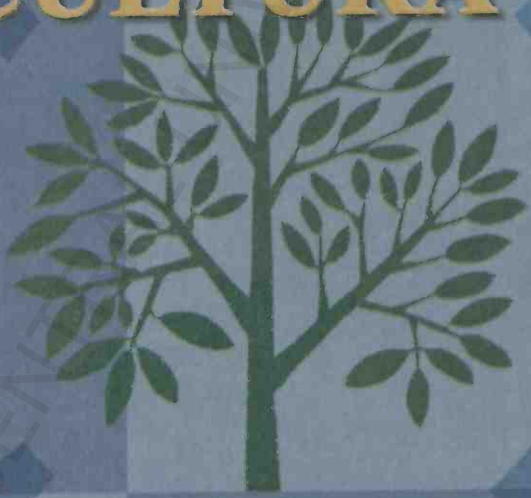
Ioan BURZO
Simion TOMA
Ion OLTEANU
Liviu DEJEU
Elena DELIAN
Dorel HOZA

FIZIOLOGIA PLANTELOR DE CULTURĂ



Vol. 3

Fiziologia pomilor fructiferi și a viței de vie

ȘTIINȚA

BCU IAȘI SCIENCE LIBRARY

BIBL. CENTR. UNIV.
M. „EMINESCU" IAȘI
BIOLOGIE
III - 11.391.

BCU IAȘI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Ioan Burzo, Simion Toma,
Ion Olteanu, Liviu Dejeu,
Elena Delian, Dorel Hoza

Fiziologia plantelor de cultură

Vol. 3

Fiziologia pomilor fructiferi şi a viţei de vie

220901
B.C.U. - IASI

Chişinău
Întreprinderea Editorial-Poligrafică *Ştiinţa*
1999

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

CZU 634:581.1.+634.8:581.1

51.590
B. C. U. „M. EMINESCU" IAŞI
BIOLOGIE
6 MAR 2000

Ediţia de faţă este rodul unei colaborări a savanţilor şi profesorilor de la Universitatea de Ştiinţe Agronomice şi Medicină Veterinară din Bucureşti, România, şi de la Institutul de Fiziologie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Republicii Moldova.

Lucrarea apare cu sprijinul financiar al Băncii Mondiale, al Fundaţiei SOROS-MOLDOVA *şi al Uniunii Societăţilor Tehnico-Ştiinţifice din Moldova*

© Ioan Burzo, Simion Toma,
Ion Olteanu, Liviu Dejeu,
Elena Delian, Dorel Hoza, 1999
© Coperta: Oleg Beşliu, 1999

ISBN 9975-67-147-0

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Cuprins

Fiziologia pomilor, arbuştilor şi a plantelor ierboase fructifere

Capitolul 1. Bazele fiziologice ale înmulţirii pomilor, arbuştilor şi a plantelor ierboase fructifere 9

Capitolul 2. Caracteristicile morfofiziologice ale sistemului radicular al pomilor, arbuştilor şi al plantelor ierboase fructifere 24

2.1. Caracterizarea morfofiziologică a rădăcinii 24

2.2. Rizosfera, micorizele şi allelopatia 36

Capitolul 3. Bazele fiziologice ale creşterii organelor aeriene ale pomilor, arbuştilor şi plantelor ierboase fructifere 40

3.1. Formarea mugurilor axilari şi a ramurilor 43

3.2. Dominanţa apicală 48

3.3. Bazele fiziologice ale tăierii pomilor şi arbuştilor fructiferi 49

Capitolul 4. Bazele fiziologice ale altoirii 55

Capitolul 5. Caracterizarea morfofiziologică a frunzelor pomilor, arbuştilor şi plantelor ierboase fructifere 60

5.1. Formarea frunzelor şi caracterizarea lor din punct de vedere morfologic 60

5.2. Procesul de fotosinteză 65

5.3. Intensitatea procesului de respiraţie a frunzelor 79

5.4. Procesul de transpiraţie la pomii, arbuştii şi plantele ierboase fructifere 80

5.5. Pigmenţii din frunzele pomilor, arbuştilor şi plantelor ierboase fructifere 87

5.6. Conţinutul în elemente minerale din frunzele pomilor şi arbuştilor fructiferi 89

5.7. Permeabilitatea membranelor plasmatice 91

5.8. Activitatea enzimatică din frunzele pomilor, arbuştilor şi plantelor ierboase fructifere 92

5.9. Absorbţia foliară a substanţelor 92

5.10. Senescenţa frunzelor 93

Capitolul 6. Procesul de dezvoltare la pomii, arbuştii şi plantele ierboase fructifere 97

6.1. Inducţia florală 99

6.2. Evocarea florală 104

6.3. Repausul vegetativ mugural (dormanţa) 108

6.4. Înflorirea 121
6.5. Polenizarea 127
6.6. Procesul de fecundare şi formarea fructelor 132
6.7. Căderea fiziologică a florilor şi fructelor 136
6.8. Alternanţa de rodire 137

Capitolul 7. Transportul substanţelor prin pomii şi arbuştii fructiferi 139

Capitolul 8. Creşterea, maturarea şi senescenţa fructelor 146
8.1. Creşterea fructelor 146
8.2. Maturarea şi senescenţa fructelor 152
8.3. Modificările care au loc în fructe pe parcursul procesului de maturare şi de senescenţă 160
8.3.1. Modificări fiziologice 160
8.3.2. Modificări biochimice 169
8.3.3. Modificări ultrastructurale 194
8.3.4. Factorii care influenţează calitatea fructelor 195

Capitolul 9. Influenţa factorilor de stres asupra proceselor fiziologice din pomii, arbuştii şi plantele ierboase fructifere 200
9.1. Stresul hidric 201
9.2. Stresul termic 206
9.3. Stresul provocat de excesul de substanţe minerale 216
9.4. Stresul produs de carenţa în elemente minerale 218
9.5. Dereglări fiziologice produse de erbicide 222
9.6. Dereglări fiziologice postrecoltă ale fructelor 223

Capitolul 10. Fiziologia postrecoltă a fructelor 228
10.1. Procesele de biosinteză din fructele recoltate 228
10.2. Procesele de biodegradare care au loc în fructele recoltate 230

Fiziologia viţei de vie

Introducere 255

Capitolul 1. Particularităţile morfofiziologice ale rădăcinii viţei de vie. *260*

Capitolul 2. Particularităţile morfofiziologice ale tulpinii viţei de vie. 273
2.1. Bazele fiziologice ale altoirii 273
2.2. Creşterea tulpinii la viţa de vie. 276

Capitolul 3. Creşterea mugurilor şi repausul mugural 288
3.1. Creşterea mugurilor 288
3.2. Repausul vegetativ mugural (dormanţa) 292

Capitolul 4. Particularităţile morfofiziologice ale frunzelor viţei de vie 300
4.1. Formarea şi creşterea frunzelor viţei de vie 300
4.2. Procesul de fotosinteză 306
4.3. Procesul de respiraţie 320
4.4. Procesul de transpiraţie 321
4.5. Permeabilitatea membranelor plasmatice 325
4.6. Reducerea nitraţilor în frunze 325
4.7. Absorbţia foliară 325
4.8. Variaţia unor indicatori biochimici din frunze pe parcursul procesului de maturare şi senescenţă 326
Capitolul 5. Transportul substanţelor în plantele de viţă de vie . . . 334
Capitolul 6. Fiziologia dezvoltării la viţa de vie 343
6.1. Inducţia florală 344
6.2. Evocarea florală 345
6.3. Înflorirea 350
Capitolul 7. Fiziologia fructificării 360
7.1. Procesul de creştere a strugurilor 360
7.2. Maturarea şi senescenţa strugurilor 365
7.3. Modificări fiziologo-biochimice care au loc în timpul maturării şi senescenţei strugurilor 368
7.3.1. Modificarea conţinutului de hormoni din struguri 368
7.3.2. Intensitatea procesului de fotosinteză 370
7.3.3. Intensitatea procesului de respiraţie 371
7.3.4. Intensitatea procesului de transpiraţie 372
7.3.5. Modificarea compoziţiei chimice a bacelor 373
7.3.6 Abscisia bacelor 391
7.3.7. Factorii care influenţează producţia de struguri 392
Capitolul 8. Fiziologia postrecoltă a strugurilor 396
Capitolul 9. Influenţa factorilor de stres asupra proceselor fiziologice din viţa de vie 399
9.1. Stresul hidric 400
9.2. Stresul termic 404
9.3. Stresul salin 411
Capitolul 10. Dereglări fiziologice care afectează plantele de viţă de vie şi strugurii 414
10.1. Necroza inflorescenţelor 414
10.2. Fisurarea epicarpului bacelor 415
10.3. Necroza xilemului 415

10.4. Necroza mugurului principal 416
10.5. Dereglări fiziologice cauzate de nutriția minerală deficitară 416
10.6. Brunificarea strugurilor Afuz Ali 421
10.7. Înghețul 422
10.8. Stresul produs de agenții fitopatogeni 422
Bibliografie 423

BCU IAȘI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Fiziologia pomilor, arbuştilor şi a plantelor ierboase fructifere

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Fiziologia pomilor, arbuştilor şi a plantelor ierboase fructifere

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Capitolul 1
Bazele fiziologice ale înmulţirii pomilor, arbuştilor şi a plantelor ierboase fructifere

Înmulţirea pomilor, arbuştilor şi a plantelor ierboase fructifere se poate realiza pe cale sexuată şi pe cale asexuată.

Înmulţirea sexuată a acestor plante se face prin seminţe care sunt alcătuite în principal din: tegument, embrion şi endosperm secundar.

Seminţele pot fi protejate de un endocarp lignificat (sâmbure), aşa cum este cazul la prun, cireş, cais, piersic, migdal, corn, nuc etc., de un pericarp uscat ca, de exemplu, la alun şi castan, sau de un tegument seminal gros cum este cazul la măr, păr şi gutui.

Tegumentul seminal are rol de protecţie, dar, în acelaşi timp, reglează schimbul de gaze şi vapori de apă cu mediul ambiant. Tegumentul este pluristratificat şi uneori este diferenţiat într-o zonă externă alcătuită din celule cu pereţii lignificaţi (*testa*) şi o zonă internă alcătuită din celule cu pereţii celulozici (*tegmen*). În cazul seminţelor de piersic, celulele lignificate ale pericarpului au pereţii prevăzuţi cu numeroşi pori, prin care se efectuează cu uşurinţă schimbul de gaze cu mediul înconjurător.

Seminţele tuturor speciilor pomicole, arbuştilor fructiferi şi ale plantelor ierboase fructifere au la interior un embrion prevăzut cu rădăciniţă, tulpiniţă şi muguraş, două cotiledoane de dimensiuni diferite.

Durata de menţinere a capacităţii germinative a seminţelor pomilor fructiferi variază, după Baldini (1986), în următoarele limite: 3 luni la măslin şi castan şi 6 luni la măr, păr, piersic, vişin, cireş, cais şi nuc.

După realizarea fazei de maturitate a fructelor, seminţele intră în repaus vegetativ (dormanţă), caracterizat prin lipsa creşterilor vizibile şi printr-o activitate metabolică scăzută. Puse în condiţii optime de temperatură şi umiditate, acestea nu germinează.

Intensitatea procesului de respiraţie este scăzută şi variază în cazul nucilor între 3,44 şi 4,38 mg CO_2/kg/h, la temperatura de 20 °C, iar energia calorică eliberată în urma desfăşurării procesului de respiraţie variază între 0,2 mJ/t/zi la temperatura de 0 °C şi 1,3 mJ/t/zi, la temperatura de 20 °C.

Repausul vegetativ seminal este un proces coordonat genetic de o singură genă în cazul alunului, de patru gene la cais şi de mai multe gene la majoritatea speciilor pomicole. Expresia acestor gene sub influenţa factorilor ambianţi determină formarea unui ARNm care codifică enzimele implicate în sinteza hormonilor şi realizarea unei balanţe hormonale în favoarea inhibitorilor de creştere.

În funcţie de rolul pe care îl au diferitele structuri ale seminţelor în realizarea dormanţei, se apreciază că poate fi indus atât de embrion, cât şi de tegument. Repausul indus de embrion se datoreşte conţinutului ridicat de hormoni inhibitori de creştere (acid abscisic) şi scăzut de hormoni stimulatori de creştere (auxine, gibereline şi citochinine) din embrion. Repausul embrionar se manifestă mai evident la seminţele de alun, măr, cais, piersic, păr (Mayer şi Poljakoff-Meyber, 1982), precum şi la seminţele de cireş (Webster şi Looney, 1996).

Repausul tegumentar este determinat de gradul scăzut de permeabilitate a ţesuturilor externe ale seminţelor care determină menţinerea la interiorul acesteia a unei atmosfere sărace în oxigen, precum şi datorită prezenţei acidului abscisic care are rol de inhibitor de creştere şi a compuşilor fenolici (acizi fenolici şi cumarine), care pot fixa oxigenul, privând embrionul de acest component gazos atât de necesar procesului de respiraţie.

Repausul vegetativ seminal poate fi indus şi de acţiunea cumulată a tegumentului şi a embrionului (măr).

Determinările efectuate de Jarvis (1975) au precizat că embrionul seminţelor de alun proaspăt recoltate nu se află în repaus vegetativ. Repausul vegetativ seminal se instalează abia după 45 de zile de păstrare a seminţelor, la umiditate scăzută. În procesul de uscare a seminţelor are loc migrarea acidului abscisic din testa şi pericarp în embrion (Jarvis şi Wilson, 1978), ceea ce induce repausul embrionar.

Cotiledoanele seminţelor de alun se pare că nu conţin acid abscisic sau conţinutul este foarte scăzut, dar acest hormon se găseşte în can-

titate mai mare în embrion (Jarvis, 1975). Cantităţi mai mari de acid abscisic au fost determinate şi în embrionul seminţelor de prun şi piersic. Astfel, Diaz şi Martin (1972) au constatat că embrionul seminţelor de piersic, soiul Lovell, aflate în repaus vegetativ, conţin o cantitate de 1,5 μg acid abscisic, într-un gram de substanţă uscată.

Conţinutul de acid abscisic din seminţele de măr este în medie de 0,04 mg/kg substanţă proaspătă, după Rudnicki (1969), şi 10–200 μg/g substanţă proaspătă, după Rock şi Zeevaart (1990).

Williams ş.a. (1973) au determinat conţinutul de acid abscisic din diferite părţi componente ale seminţelor de alun şi au obţinut următoarele rezultate: 0,37 mg/kg în pericarp, 5,02 mg/kg în testa şi 0,02 mg/kg în embrion. Din aceste date rezultă că repausul seminţelor de alun este indus iniţial de tegument şi numai ulterior repausul indus de embrion devine prioritar, iar rolul tegumentului scade (Jarvis, 1975).

Dintre hormonii stimulatori de creştere, în seminţele mature de măr au fost identificate giberelinele: GA_7, GA_9 (Sinska ş.a., 1973), iar în seminţele mature de păr: GA_{45} (Bearder ş.a., 1975).

Intrarea în repaus vegetativ a seminţelor pomilor fructiferi este însoţită şi de diminuarea ritmului de sinteză a acizilor nucleici, aşa cum a constatat Khan şi Heit (1969), în cazul seminţelor de păr.

Seminţele pomilor şi arbuştilor fructiferi nu pot germina în etapa în care fructele au ajuns la maturitate, din cauza raportului nefavorabil dintre conţinutul în hormoni stimulatori şi inhibitori. Acest impediment poate fi înlăturat prin postmaturarea seminţelor. Aceasta se poate realiza prin expunerea la temperaturi coborâte a seminţelor stratificate. După Baldini (1986), condiţiile optime de postmaturare a seminţelor variază în funcţie de specie şi sunt prezentate în *tabelul 1.1.*

Webster şi Looney (1996) au precizat că pentru postmaturarea seminţelor de cireş este necesară păstrarea acestora timp de 2–6 luni, în condiţii de umiditate, la temperaturi cuprinse între 2 şi 7 °C. Mehlenbacher şi Voordeckers (1991) menţionează că seminţele soiurilor care înfloresc mai târziu necesită o expunere mai îndelungată la temperaturi coborâte comparativ cu soiurile care înfloresc mai devreme.

Se remarcă faptul că, în general, temperatura de postmaturare variază între 0 şi 8 °C, iar durata acestei perioade este cuprinsă între 0,5 şi 7 luni.

În primele 4 săptămâni de expunere a seminţelor de măr la temperatura de 5 °C, conţinutul în acid abscisic scade brusc (*Fig. 1.1.*), aşa

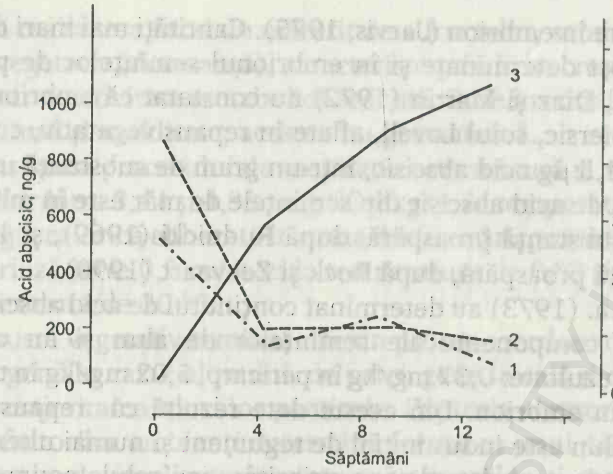


Fig. 1.1. Conținutul în acid abscisic liber (*1*), legat (*2*) și procentul de semințe de măr germinate (*3*) în timpul stratificării la 5 °C (Bonomy și Dennis, 1977)

Tabelul 1.1. **Temperatura și durata de postmaturare a semințelor pomilor fructiferi**

Specia	Etapa de stratificare	Durata, luni	Temp., °C	Specia	Etapa de stratificare	Durata, luni	Temp., °C
Alun	oct.-nov.	6–7	0–4	Mahaleb	oct.	5	2–4
Cais	aug.	3–5	2–4	Măr	10–15 zile după recoltare	2–3	2–7
Castan	oct.-nov.	5	0–1	Migdal	oct.	5	1
Cireș	aug.	3–5	2–4	Nuc	oct.	3	2–4
Corcoduș	iul.-aug.	2–4	3	Păr	10–15 zile după recoltare	2–3	0–4
Gutui	ian.-febr.	2	0–4	Piersic	oct.	3–4	4
				Vișin	sept.	5	

Tabelul 1.2. **Conţinutul în acid abscisic din seminţele de măr supuse postmaturării**

Organul	Acid abscisic liber, ng/15 seminţe					Acid abscisic legat, ng 15 seminţe				
	0 săpt.	3 săpt.		7 săpt.		0 săpt.	3 săpt.		7 săpt.	
		5 °C	20 °C	5 °C	20 °C		5 °C	20 °C	5 °C	20 °C
Tulpina embrionară	7.809	1.962	1.407	1.722	1.481	2.266	687	389	853	244
Cotiledoane	100	68	42	89	84	191	75	137	40	103
Tegument	368	136	210	168	70	196	114	72	190	93

după cum rezultă din datele obţinute de Bonamy şi Dennis (1977). Rezultate similare au fost obţinute şi în cazul seminţelor de alun şi piersic.

Balboa-Zivala şi Dennis (1977) au determinat conţinutul de acid abscisic din seminţele de măr, soiul Golden Delicious, păstrate 3 şi 7 săptămâni la temperatura de 5 şi 20 °C. Din datele prezentate în *tabelul 1.2* se remarcă faptul că după 7 săptămâni de postmaturare a seminţelor la temperatura de 5 °C, conţinutul în acid abscisic liber scade cu 77,9 % în tulpiniţa embrionului, cu 11 % în cotiledoane şi cu 54,9 % în tegumentul seminal. De asemenea, valoarea medie a conţinutului în acid abscisic liber din seminţele de măr este de 3,11 ori mai mare comparativ cu cea de acid abscisic legat.

Ozga şi Dennis (1991) au constatat că expunerea la temperatura de 30 °C a seminţelor care au fost păstrate stratificat la temperatura de 5 °C nu a determinat scăderea conţinutului de acid abscisic din tulpiniţa embrionului şi din tegument, dar s-a produs o acumulare a acestei substanţe în cotiledoane. Aceasta a condus la concluzia că modificarea conţinutului de acid abscisic din seminţe nu este corelată semnificativ cu repausul vegetativ seminal.

Singh şi Browning (1991) au constatat că în seminţele de măr, soiul Golden Delicious, stratificate la temperatura de 5 °C timp de

10–50 de zile, are loc o scădere de 8 ori a conţinutului de acid abscisic din tulpiniţa embrionului şi cu 60 % a celui din cotiledoane. După transferul seminţelor la temperatura de 17 °C, germinarea lor este determinată de conţinutul în acid abscisic din tulpiniţa embrionului. După 50–70 de zile de păstrare în condiţiile menţionate, conţinutul în acid abscisic din tulpiniţă şi testa creşte, dar germinarea seminţelor poate să aibă loc, deoarece sensibilitatea ţesuturilor la acţiunea acestei substanţe scade.

Williams ş.a. (1974) au determinat în seminţele de alun proaspăt recoltate un conţinut de 1,2 nmol GA_1/sămânţă, iar în cele expuse 42 de zile la temperatura de 5 °C, un conţinut de 4,92 nmol GA_1/sămânţă. Dorffling (1984) a constatat însă că în seminţele de alun expuse la temperaturi coborâte, conţinutul de acid abscisic este de 60–80 de ori mai mare comparativ cu seminţele păstrate la temperaturi mai ridicate. În prima etapă a procesului de germinare conţinutul de acid abscisic din seminţele de alun creşte puţin, dar sporeşte brusc în momentul apariţiei radiculei (Frankland şi Wareing, 1966).

Concomitent cu scăderea conţinutului de acid abscisic, are loc biosinteza şi acumularea hormonilor stimulatori de creştere. Temperaturile coborâte măresc capacitatea de sinteză a giberelinelor, printr-un mecanism încă necunoscut. Conţinutul maxim de gibereline şi citochinine din seminţe a fost identificat în diferite etape ale procesului de postmaturare, care variază în funcţie de specie (Van Staden ş.a., 1972).

Seminţele de măr conţin în celulele cu aleuronă GA_4 şi GA_7. În timpul postmaturării, cantitatea de GA_4 din seminţe creşte de aproximativ 10 000 ori, cu un maximum după 30 de zile. Concentraţia de GA_7 este relativ scăzută pe toată durata perioadei de postmaturare (*Fig. 1.2.*), după cum rezultă din datele obţinute de Sinska şi Lewak (1970, 1972).

Pe parcursul perioadei de postmaturare a seminţelor au loc şi alte modificări fiziologo-biochimice şi anatomice.

Dawidowicz-Grzegorzewsca şi Lewak (1978) au constatat că în cotiledoane are loc diferenţierea ţesutului vascular şi acumularea amidonului la baza hipocotilului. Veziculele proteice din tulpiniţa embrionului seminţelor de măr biodegradează, volumul nucleului creşte, iar în celulele hipocotilului are loc biosinteza acidului ribonucleic.

Seminţele multor plante din familia *Rosaceae* conţin amigdalină, care este descompusă în timpul postmaturării, punând în libertate

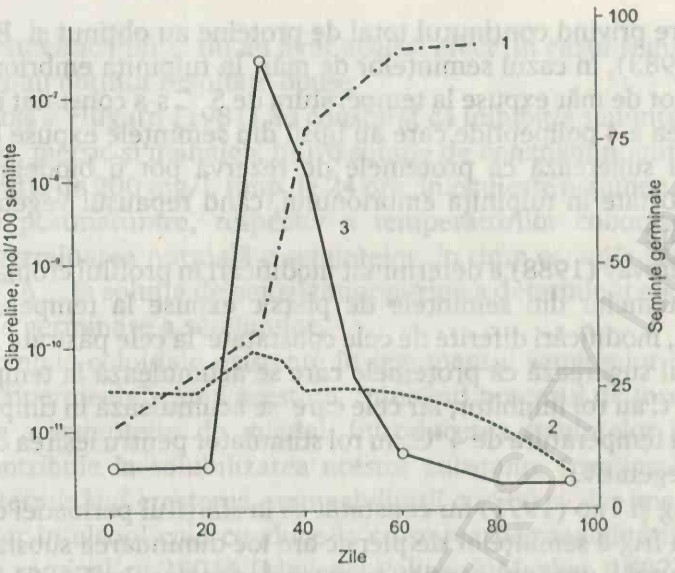


Fig. 1.2. Modificarea conţinutului în GA_4 (*1*) şi GA_7 (*2*), în timpul stratificării seminţelor de măr la 5 °C şi procentul de seminţe germinate (Sinska şi Lewak, 1970 şi 1977)

acidul hidrocianic. Nu se cunosc însă implicaţiile acestei modificări biochimice, în ieşirea din repausul vegetativ seminal (Mayer şi Poljakoff-Mayber, 1982).

În primele zile după imbibiţia seminţelor de vişin aflate în repaus vegetativ intensitatea procesului de respiraţie se menţine mai ridicată la variantele expuse la temperatura de 15–25 °C comparativ cu cele păstrate la temperatura de 0–5 °C. În continuare procesul de respiraţie a seminţelor expuse la temperaturi coborâte rămâne constant sau creşte, în timp ce intensitatea procesului de respiraţie a seminţelor menţinute la temperaturi ridicate scade (Pollock şi Olney, 1959).

După 38 de zile de postmaturare la temperaturi coborâte a seminţelor de păr soiul Williams, s-a constatat intensificarea sintezei ARN-ului (Vidaver şi Shiao,1974). Rezultate similare a obţinut şi Khan ş.a. (1968). În cazul seminţelor de alun (Wood şi Bradbeer, 1968), s-a constatat intensificarea sintezei acizilor nucleici, după 10 zile de postmaturare a acestora, la temperaturi coborâte.

Alscher-Herman şi Khan (1980) nu au constatat modificări în conţinutul total de proteine solubile din embrionul seminţelor de păr, pe durata postmaturării acestora la temperaturi coborâte. Rezultate

similare privind conţinutul total de proteine au obţinut şi Eichholtz ş.a. (1983), în cazul seminţelor de măr. În tulpiniţa embrionului seminţelor de măr expuse la temperatura de 5 °C s-a constatat însă acumularea a 4 polipeptide care au lipsit din seminţele expuse la 20 °C. Autorii sugerează că proteinele de rezervă pot fi biodegradate şi transportate în tulpiniţa embrionului, când repausul vegetativ este întrerupt.

Callaway (1988) a determinat modificări în profilul cromatografic al proteinelor din seminţele de piersic expuse la temperaturi coborâte, modificări diferite de cele constatate la cele păstrate la 25 °C. Autorul sugerează că proteinele care se acumulează la temperatura de 25 °C au rol inhibitor, iar cele care se acumulează în timpul expunerii la temperatura de 4 °C, au rol stimulator pentru ieşirea din repausul vegetativ.

Lang şi Tao (1991) au constatat că la sfârşitul perioadei de expunere la frig a seminţelor de piersic are loc diminuarea substanţială a conţinutului unei polipeptide cu greutatea moleculară de 61 kDa, dar nu a putut preciza rolul acestei substanţe în repausul vegetativ seminal.

Mahhon şi Denis (1994) au determinat conţinutul în proteine din seminţele de piersic expuse la frig (5 °C) şi au constatat că proteinele solubile din cotiledoane scad la temperatura de 5 °C şi rămân constante la 20 °C. Aceste modificări nu au loc în tulpiniţa embrionului şi înlăturarea acesteia nu modifică transformările care au loc în cotiledoane. Bazându-se pe aceste rezultate, autorii au ajuns la concluzia că modificarea proteinelor din cotiledoane nu poate fi corelată cu ieşirea din repausul vegetativ al seminţelor şi cu germinarea, fiindcă înlăturarea tulpiniţei previne germinarea, dar nu afectează modificarea conţinutului în proteine.

Lipsa postmaturării, sau postmaturarea insuficientă, determină apariţia unor anomalii foliare la plantele de piersic. Aceste anomalii se datoresc funcţionării anormale a meristemului apical, dar modul de inducere al acestui proces nu este încă cunoscut.

Repausul vegetativ seminal poate fi întrerupt prin expunerea seminţelor la o umiditate atmosferică de 30–35 %. Trevenot şi Come (1978) susţin că această umiditate relativă a aerului creează condiţiile de anaerobioză necesare embrionului pentru a întrerupe repausul vegetativ.

Kapecky ş.a. (1975) au constatat că tratarea seminţelor cu gibereline stimulează intrarea în vegetaţie a seminţelor de alun, dar trata-

mentele cu citochinine nu au avut acelaşi efect. În cazul seminţelor de măr, s-au obţinut rezultate opuse.

Rouskas şi Hugard (1981) au constatat că imbibiţia seminţelor de prun, cais, piersic şi mahaleb, într-o soluţie de benzilaminopurină cu concentraţia de 200 mg/l, timp de 24 ore, înlocuieşte acţiunea procesului de postmaturare, respectiv a temperaturilor coborâte, asigurând germinarea normală a seminţelor, în timp ce adăugarea de GA_3 sau GA_{4+7} la soluţia de benzilaminopurină a determinat creşterea vitezei de germinare a seminţelor.

Substanţele coloidale existente în tegumentul seminţelor contribuie la impermeabilizarea acestora, inhibând procesul de intrare în vegetaţie a seminţelor de migdal. Introducerea seminţelor în apă caldă contribuie la solubilizarea acestor substanţe (pectine, lipide etc.), determinând creşterea permeabilităţii cu 500 %, iar imersarea seminţelor în alcool cald conduce la creşterea permeabilităţii tegumentului seminal cu 350 % (Mayer şi Poljakoff-Mayber, 1982).

Seminţele cu tegumentul impermeabil şi dur, înainte de a fi semănate, trebuie supuse unui proces de scarificare. Acest proces se poate realiza prin diferite metode, care conduc în final la creşterea permeabilităţii tegumentului. Principalele metode de scarificare sunt prezentate în continuare:

Scarificarea mecanică care se realizează prin ruperea, strivirea sau erodarea ţesuturilor externe, lignificate ale seminţelor, cu ajutorul unor instalaţii abrazive.

Scarificarea fizică constă în imersarea seminţelor în apă cu temperatura de 70–100 °C şi răcirea lentă a acestora.

Scarificarea chimică constă în imersarea seminţelor în soluţii de acid sulfuric sau hidroxid de sodiu cu concentraţia de 3–5 %.

Scarificarea microbiologică constă în menţinerea seminţelor la temperaturi peste 9 °C, în mediu umed, pe un suport bogat în drojdii care se hrănesc cu tegumentul seminal, alterându-l.

Seminţele postmaturate şi eventual scarificate, puse în condiţii corespunzătoare de temperatură şi umiditate, germinează. În prima etapă are loc pătrunderea apei în seminţe, ceea ce favorizează hidroliza enzimatică a unor componenţi din pereţii celulelor tegumentului şi imbibiţia coloizilor celulari, care generează presiunea de imbibiţie (Monet, 1983). Această presiune este suficient de mare pentru a rupe tegumentul sau pentru a desface cele două jumătăţi ale endocarpului (ex. piersici), permiţând astfel ieşirea radicelei.

Structura membranelor plasmatice din seminţele uscate este deteriorată şi din această cauză în primele ore de imbibiţie, se constată trecerea unei cantităţi mari de ioni, aminoacizi şi glucide solubile din seminţe în soluţia solului. Refacerea ultrastructurii şi a semipermeabilităţii membranelor plasmatice se realizează în câteva ore de la imbibiţie, iar durata acestei perioade de refacere variază în funcţie de gen, specie, soi şi condiţiile de postmaturare. Cu cât durata perioadei de refacere este mai mare, cu atât seminţele pierd mai multe substanţe solubile şi, prin urmare, capacitatea lor de răsărire şi de a forma o plantă viguroasă se reduce.

Cea mai simplă metodă pentru precizarea acestui parametru constă în măsurarea după 24 de ore a conductibilităţii electrice a apei de imbibiţie. Cu cât valoarea conductibilităţii electrice a apei este mai mare, cu atât permeabilitatea membranelor plasmatice este mai mare şi capacitatea de germinare a seminţelor este mai scăzută.

Imbibiţia favorizează în cazul seminţelor de alun inducerea de către gibereline a sintezei ADN-ului, a ARN-polimerazei şi, în final, a ARN-ului în tulpiniţa embrionului (Jarvis ş.a., 1968).

Pe parcursul procesului de germinare are loc hidroliza substanţelor de rezervă, respectiv a amidonului în cazul seminţelor de măr, păr etc. şi a lipidelor şi proteinelor în cazul celor de nuc, alun şi migdal.

Lipaza, enzima ce catalizează descompunerea lipidelor în glicerol şi acizi graşi, este absentă din seminţele de măr aflate în repaus vegetativ. Tratarea seminţelor cu gibereline induce biosinteza lipazei acide şi stimulează activitatea acestei enzime pe parcursul procesului de ieşire din repaus (Smolenska şi Lewak, 1974).

După imbibiţia seminţelor de cireş, s-a constatat scăderea conţinutului de lipide din cotiledoane. În seminţele de măr creşte activitatea proteinazei şi a fosfatazei acide, precum şi conţinutul de proteine solubile (Lewak ş.a., 1975), scade conţinutul de stahioză şi rafinoză (Hochachka şi Somero, 1973) şi se intensifică activitatea lipazei acide şi hidroliza lipidelor (Zarska-Macyewska şi Lewak, 1976).

Webster şi Looney (1996) menţionează că temperaturile ridicate inhibă germinarea seminţelor. Astfel, temperatura optimă pentru germinarea seminţelor de cireş este cuprinsă între 10 şi 17 °C, iar temperaturile mai mari de 20 °C inhibă acest proces.

După ce radicula a ieşit din sămânţă, pătrunzând în sol, ea are capacitatea de a absorbi apă şi cu substanţe minerale, cu care aprovizionează embrionul, contribuind astfel la stimularea procesului de

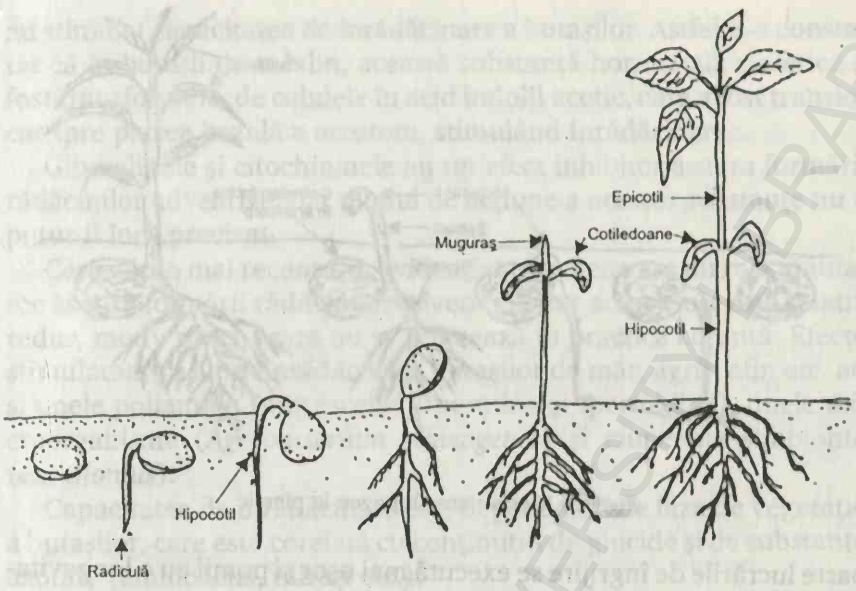


Fig. 1.3. Germinarea epigee la cireş

creştere a acestuia. Prin creşterea tulpiniţei, plantula ajunge la suprafaţa solului. În cazul seminţelor de cireş creşterea este epigee, prin alungirea epicotilului cotiledoanele fiind ridicate la suprafaţa solului (*Fig. 1.3.*). La seminţele de piersic creşterea este hipogee, axa hipocotilă având o creştere redusă, iar cotiledoanele rămân în sol (*Fig. 1.4.*). Axa epicotilă are însă o creştere intensă şi iese la suprafaţa solului unde formează tulpina aeriană.

Observaţiile efectuate de Monet (1983) la piersic au precizat că procesul de creştere a zonei hipocotile durează 4–5 zile, timp în care pe radicula embrionară se formează numeroase ramificaţii laterale. După două săptămâni, tulpiniţa are 6 frunze, iar pe rădăcina principală se formează ramificaţii de ordinul II şi III. În acelaşi timp, cordoanele de procambiu din embrion sunt înlocuite de structura primară alternă. Trecerea la această structură se face în zona coletului, care are o lungime de 0,5 mm (Meydrech, 1967).

Înmulţirea pe cale vegetativă asigură obţinerea de plante identice între ele, precum şi cu planta-mamă, uniforme ca vigoare şi capacitate de fructificare. Uniformitatea vigorii materialului săditor şi ulterior a plantelor în livadă are importanţă practică, deoarece asigură pe de o parte valorificarea eficientă a spaţiului, iar pe de altă

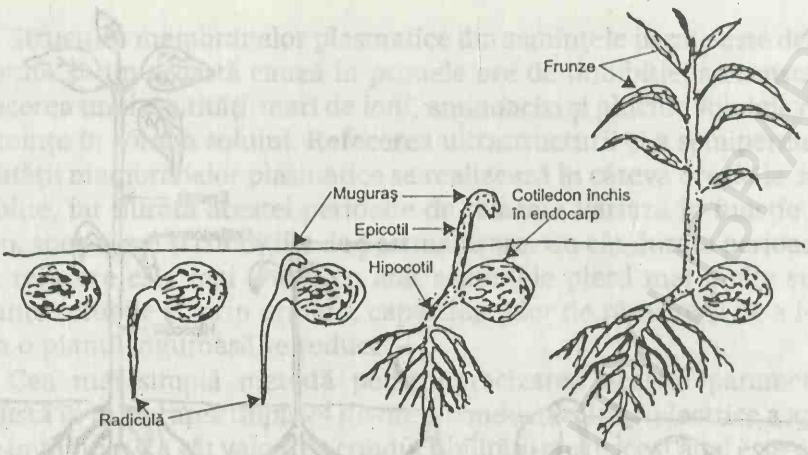


Fig. 1.4. Germinarea hipogee la piersic

parte lucrările de îngrijire se execută mai uşor şi pomii au o longevitate relativ egală, păstrându-se plantaţia încheiată.

Înmulţirea vegetativă este frecvent utilizată la măr, păr, vişin, prun, gutui, arbuşti, semiarbuşti şi la unele plante ierboase fructifere aşa cum este căpşunul. Dintre metodele de înmulţire vegetativă, cele mai frecvent aplicate sunt: butăşirea, marcotajul, înmulţirea prin drajoni şi prin stoloni.

Butăşirea se foloseşte la speciile care sunt capabile să dea noi plante pornind de la porţiuni de ramuri, aşa cum este coacăzul, agrişul, alunul, smochinul şi pentru obţinerea de portaltoi la unele specii ca cireşul, prunul etc.

Caracteristică pentru butaşi este polaritatea, care reprezintă însuşirea acestora de a avea doi poli, unul bazal, la care se formează rădăcini adventive, şi altul apical, la care se constituie organele aeriene. Rădăcinile adventive apar în urma dediferenţierii celulelor razelor medulare din apropierea cambiului, care încep să se dividă, alcătuind un con de creştere ce străbate prin ţesutul cortical şi formează la exterior o rădăcină. Concomitent, are loc diferenţierea ţesuturilor vasculare ale rădăcinii nou-create şi racordarea lor la ţesutul vascular al butaşului.

Substanţele hormonale reglatoare de creştere au un efect stimulator sau inhibitor asupra formării şi creşterii rădăcinilor adventive. Principalul hormon stimulator este auxina care acţionează în faza de inducere a formării rădăcinilor. Tratamentele cu acid indolil butiric

au stimulat capacitatea de înrădăcinare a butaşilor. Astfel, s-a constatat că în butaşii de măslin, această substanţă hormonală sintetică a fost transformată de celulele în acid indolil acetic, care a fost translocat spre partea bazală a acestora, stimulând înrădăcinarea.

Giberelinele şi citochininele au un efect inhibitor asupra formării rădăcinilor adventive, dar modul de acţiune a acestor substanţe nu a putut fi încă precizat.

Cercetările mai recente au evidenţiat că etilena are un rol stimulator asupra formării rădăcinilor adventive, dar acest efect este relativ redus, motiv pentru care nu se utilizează în practica curentă. Efecte stimulatoare asupra înrădăcinării butaşilor de măr, agriş, afin etc. au şi unele poliamine (putresceina, spermina şi spermidina), unele microorganisme (*Agrobacterium schizogenes*) şi ciupercile simbionte (ex. *Glomus*).

Capacitatea de înrădăcinare este dependentă de faza de vegetaţie a butaşilor, care este corelată cu conţinutul de glucide şi de substanţe azotate (aminoacizi, nitraţi etc.).

Formarea calusului şi creşterea rădăcinilor se realizează cu consum de glucide, energie biochimică provenită de la moleculele de ATP şi cu participarea enzimelor ca biocatalizatori. Aceste modificări biochimice sunt caracteristice pentru butaşii din fiecare specie în parte. Cercetările efectuate de Breen şi Muraoka (1973) au precizat că după tratarea butaşilor cu frunze, cu dioxid de carbon marcat, acesta a fost identificat în glucoză, fructoză şi zaharoză, care după formarea primordiilor radiculare, au migrat din frunze spre baza butaşilor. Rezultă deci că prezenţa frunzelor pe butaşi contribuie la mărirea procentului de înrădăcinare, prin furnizarea de substanţe hormonale, glucide şi prin stimularea circulaţiei apei.

Procesul de înrădăcinare a butaşilor este influenţat şi de vârsta plantei-mamă, epoca de prelevare şi de butăşire, tipul şi vârsta ramurii din care se fasonează butaşii, condiţiile de mediu, substratul de înrădăcinare, tratamentele hormonale etc.

Marcotajul se foloseşte, în general, pentru producerea portaltoilor la măr, gutui etc., iar procesul de formare a rădăcinilor este similar cu cel de la butăşire, numai că detaşarea de planta-mamă se face după un sezon de vegetaţie (toamna).

Drajonii sunt utilizaţi ca material săditor la zmeur, mur, cât şi la soiul de vişin Oblacinska. Însuşirile caracteristice ale speciei şi ale soiului se transmit în mod fidel la plantele obţinute prin această metodă de înmulţire.

Stolonii sunt tulpini târâtoare care, în contact cu solul, formează rădăcini adventive în dreptul nodurilor sau al mugurului terminal, precum şi noi plantule. Numărul de stoloni care se formează pe o plantulă reprezintă o caracteristică de soi. Acest tip de înmulţire este utilizat în cazul căpşunilor şi al fragilor.

Micropropagarea reprezintă o metodă modernă de înmulţire, prin care se urmăreşte să se obţină noi plante din celulele meristematice ale mugurilor laterali. Se obţin rezultate bune în cazul speciilor care reacţionează nefavorabil la înmulţirea vegetativă şi se obţin plante din soiurile dorite fără a fi necesară altoirea.

Această metodă de înmulţire are avantajul că permite o multiplicare rapidă, se poate realiza pe tot parcursul anului şi se obţin plante libere de boli.

Principalele operaţiuni care trebuie efectuate pentru a obţine noi plantule prin micropropagare sunt următoarele:

- prelevarea de fragmente de lăstari (cu lungimea de circa 3 cm), care conţin meristeme apicale;
- spălarea acestora cu apă şi cu soluţie de hipoclorit de sodiu şi cu apă distilată sterilizată;
- înlăturarea frunzelor de protecţie de pe meristemul apical, spălarea acestuia cu soluţie de hipoclorit de calciu 10 % şi cu apă distilată;
- meristemul se introduce în vase de cultură sterilizate, toate operaţiunile efectuându-se sub hotă cu curent laminar;
- fragmente mici de meristeme sunt trecute în vase Erlenmayer de 100 ml, care conţin mediul de cultură, după care aceste vase se astupă cu buşoane din vată. Pentru micropropagare se pot utiliza diferite medii de cultură, aşa cum este mediul Quoirin şi Lepoivre care conţine: 1,8 g/l KNO_3, 3,6 g/l $MgSO_4$ 7 H_2O, 2,7 g/l KH_2PO_4, 0,4 g/l NH_4NO_3 şi 2,0 g/l $Ca(NO_3)_2$ 4 H_2O, 0,4 g/l tiamină, 100 mg/l mezoinozitol, 0,1 mg/l acid giberelic şi 5 g/l agar. Iniţial rata de proliferare este mai lentă şi se intensifică după 4–5 luni.

Mediile de cultură diferă de la o specie la alta, sau uneori de la un soi la altul, iar balanţa hormonală (auxină/ giberelină) este specifică fiecărei faze de cultură în parte.

Pentru a stimula rizogeneza, ţesutul proliferat se transferă pentru 4–7 zile într-un mediu ce conţine o cantitate mai mare de auxină, după care se trece într-un mediu ce conţine o cantitate redusă de auxină şi mai mare de citochinine, pentru stimularea caulogenezei.

Tabelul 1.3. **Durata ciclului vital (ani) al pomilor fructiferi** (prelucrare după Fidighelli,1983)

Specia	Tinereţea	Maturitatea	Începerea senescenţei
Măr/ franc	6–7	de la 6–7 la 50–60	60–70
Măr/ M 106	4–5	de la 4–5 la 40–50	40–50
Măr/ M 9	3–4	de la 3–4 la 20–30	20–30
Păr/ franc	6–7	de la 6–7 la 50–60	50–60
Păr/ gutui	4–5	de la 4–5 la 35–40	35–40
Piersic/ franc	4–5	de la 4–5 la 14–16	14–15
Cais/ franc	5–6	de la 5–6 la 30–40	30–40
Cais/ mirobolan	5–6	de la 5–6 la 25–30	25–30
Cais/ piersic	4–5	de la 6–7 la 40–50	40–50
Vişin/ mirobolan	6–7	de la 6–7 la 35–40	35–40

Din momentul în care tânăra plantulă obţinută prin inmulţire pe cale sexuată sau vegetativă formează frunze verzi, devine autotrofă şi îşi începe ciclul vital constituit din 3 perioade importante: tinereţea, maturitatea şi senescenţa.

Perioada de *tinereţe*, care durează de la finele perioadei de germinare şi până la realizarea capacităţii de reproducere (înflorire–fructificare). Această perioadă se caracterizează prin creşteri intense, care conduc la realizarea habitusului normal şi durează în funcţie de soi şi portaltoi de la 3 la 7 ani (*tabelul 1.3.*).

Monet (1983) subliniază faptul că perioada de tinereţe se caracterizează printr-o capacitate mare de regenerare, multiplicare şi înrădăcinare, iar mugurii vegetativi ai piersicilor tineri nu au repaus sau aproape nu-l au.

Perioada de *maturitate* se caracterizează prin realizarea capacităţii de înflorire şi fructificare şi durează în funcţie de specie şi de portaltoi până la 40–60 de ani.

Faza de *senescenţă* precede moartea plantelor horticole şi se caracterizează prin scăderea capacităţii de fructificare şi, în final, prin încetarea completă a acestuia şi accentuarea uscării centripete a ramurilor. În acelaşi timp, se activează creşterile vegetative lacome în zona coletului, ca o ultimă încercare de învingere a morţii, după care plantele mor.

Capitolul 2
Caracteristicile morfofiziologice ale sistemului radicular al pomilor, arbuştilor şi al plantelor ierboase fructifere

Sistemul radicular este alcătuit din totalitatea rădăcinilor, iar rolul lor fiziologic constă în fixarea plantelor în sol, absorbţia apei şi a substanţelor dizolvate şi conducerea lor spre tulpină, reducerea nitraţilor, sinteza unor compuşi organici (ex. amidele), precum şi în depozitarea unor substanţe de rezervă.

2.1. Caracterizarea morfofiziologică a rădăcinii

Pomii şi arbuştii fructiferi care se înmulţesc prin sămânţă au o rădăcină principală (pivot), care provine din radicula embrionului. Creşterea în lungime a rădăcinii se realizează prin diviziunea celulelor iniţiale ale meristemului radicular. Diferenţierea acestora şi realizarea structurii interne caracteristice, sub formă de coloane concentrice, este codificată genetic prin sinteza de molecule informaţionale în celulele diferenţiate, care sunt transportate prin plasmodesme spre celulele nediferenţiate (Laux şi Jurgens, 1997).

Plantele înmulţite prin butaşi au rădăcini adventive, situate mai ales la nivelul nodurilor şi cu tendinţa de creştere orizontală. Alte specii, de exemplu căpşunii, au rădăcini fasciculate.

Din rădăcina primară se formează numeroase rădăcini laterale de ordinul I, II, III etc., care alcătuiesc împreună sistemul radicular. Gradul de ramificare a rădăcinii este dependent de condiţiile existente în sol şi de fertilitatea acestuia, o bună ramificare realizându-se în solu-

rile aluvionare, uşoare, profunde şi bine aerate. Lungimea rădăcinilor este însă mai mare în solurile aride comparativ cu cele fertile.

Sistemul radicular al pomilor fructiferi este alcătuit din rădăcini de schelet, cu diametrul mai mare de 3 cm. Rădăcinile de garnisire au diametrul sub 3 cm şi numeroase rădăcini active, laterale, care asigură creşterea în lungime. La extremitatea radiculelor se găseşte caliptra, care are rol protector, iar spre baza acestora se disting, în următoarea ordine: zona meristematică, zona de creştere, zona perilor absorbanţi şi zona aspră.

Perii absorbanţi sunt celule rizodermice modificate, cu rol principal în absorbţia apei şi a substanţelor dizolvate. Modul de formare a acestora variază în funcţie de specie: diferenţierea perilor absorbanţi poate fi coordonată genetic (ex. genele TTG din *Arabidopsis*), sau aceştia rezultă în urma unui proces de diviziune inegală. Diametrul perilor absorbanţi variază între 61 şi 328 μ, numărul lor este de 17 milioane în cazul mărului în vârstă de 1 an, iar lungimea lor totală este de 3 km (Kolesnikov, 1971). Numărul perilor absorbanţi pe unitatea de suprafaţă radiculară (1 mm^2) variază între 170–300 la măr, este în medie de 200 la păr şi 380 la prun.

Durata de viaţă a perilor absorbanţi variază de la câteva săptămâni la câteva luni.

După Baldini (1986), partea absorbantă a rădăcinii pomilor reprezintă 80–85 % din sistemul radicular, iar Negrilă (1982) a constatat că numărul rădăcinilor active reprezintă circa 90 % din numărul total al rădăcinilor.

Structura rădăcinii unui piersic, la 1 cm de vârful acesteia este tipic primară (Monet, 1983). În secţiune transversală se deosebeşte rizoderma, ţesutul cortical imatur, endoderma şi cilindrul central cu 4–7 grupe de fascicule lemnoase. La 5 cm de apexul rădăcinii se observă primele diviziuni ale cambiului şi prezenţa metaxilemului. La 11 cm de apex, rizoderma este moartă, iar cambiul şi felogenul sunt în plină activitate. Trecerea de la structura primară a rădăcinii la cea secundară este indicată de apariţia culorii brune.

În cele mai multe cazuri rădăcinile nu sunt distribuite uniform în sol, ele tind să crească spre zonele cu umiditate şi compoziţie optimă, pe baza chimiotropismului şi a hidrotropismului pozitiv al acestora, precum şi în zona de minimă rezistenţă a solului, unde porozitatea este mai mare. În condiţiile unor soluri omogene, din punct de vedere structural şi al compoziţiei, rădăcinile pot să aibă o distribuţie relativ omogenă.

Creşterea în lungime a rădăcinilor se datoreşte prezenţei meristemului apical, iar formarea rădăcinilor laterale se realizează în urma dediferenţierii celulelor pericicluului, care se divid formând un con de creştere, care pătrunde printre celule, până la suprafaţa rădăcinii.

Creşterea rădăcinilor este influenţată de prezenţa substanţelor hormonale. Rădăcinile sunt sediul principal al biosintezei acidului abscisic, al citochininelor şi al etilenei, alături de care se pot biosintetiza şi gibereline. Auxina provine însă din organele aeriene ale plantelor.

Efectul de inhibare a creşterii rădăcinii de către acidul abscisic este bine cunoscut, ca şi de altfel efectul stimulator al etilenei asupra procesului de îngroşare a pereţilor celulari. Dorffling (1984) menţionează că producerea de etilenă creşte în cazul în care rădăcinile întâlnesc un obstacol. Ca urmare, se produce îngroşarea pereţilor celulari, rădăcinile putând astfel depăşi obstacolul.

Rolul giberelinelor, citochininelor şi al auxinei în procesul de creştere a sistemului radicular nu este bine precizat. Jesko (1992) a constatat că citochininele stimulează diviziunea celulelor din meristemul apical al rădăcinilor, dar cantităţile mari de citochinine pot inhiba acest proces. Auxina are însă un rol stimulator asupra procesului de rizogeneză.

Raportul auxine/acid abscisic şi distribuţia acestor hormoni în celule determină creşterea geotrop pozitivă a rădăcinilor. Mecanismul fiziologic de realizare a acestui proces nu este bine precizat. Dorffling (1984) consideră că statolitele, existente mai ales în celulele meristematice, stimulează sau direcţionează transportul bazipetal al auxinei. Ca urmare, într-o rădăcină aşezată în poziţie orizontală, cantitatea de auxină şi de acid abscisic din celulele situate în direcţia forţei geotrope este mai mare. Rolul celor doi hormoni este însă interpretat diferit: fie că pragul de sensibilitate a celulelor rădăcinii este mai mic, astfel încât inhibă creşterea celulelor situate pe direcţia de acţiune a forţei geotrope unde s-au acumulat hormonii, fie că auxina stimulează acţiunea inhibitoare a acidului abscisic (Purohit, 1987). Ca urmare, celulele situate spre organele aeriene vor avea o creştere mai intensă, ceea ce generează curbura geotrop pozitivă, în zona de extensie celulară.

Observaţiile referitoare la aspectul rădăcinii pomilor fructiferi scot în evidenţă faptul că rădăcinile situate în apropierea tulpinii sunt mai lungi comparativ cu cele din zona apicală. Aceasta se datoreşte procesului de dominanţă apicală, care se manifestă şi la nivelul rădăcinilor.

Auxina sintetizată la nivelul mugurilor apicali ai organelor aeriene este transportată bazipetal şi cantităţile mici ajunse la nivelul rădăcinilor stimulează procesul de creştere al acestora. În acelaşi timp, citochininele şi acidul abscisic sintetizate în apexul rădăcinii au un efect inhibitor asupra creşterii rădăcinilor secundare. Rolul celorlalţi hormoni în dominanţa apicală a rădăcinii încă nu este bine precizat.

În zona bazală a rădăcinii s-a determinat o valoare mai mică a raportului citochinine/auxine comparativ cu apexul rădăcinii, ceea ce stimulează formarea şi creşterea rădăcinilor.

În cazul pomilor şi al arbuştilor fructiferi înmulţiţi prin butaşi, procedeu foarte răspândit la afin, agriş, coacăz etc., are loc un proces de rizogeneză, care constă în formarea de rădăcini adventive. Acesta constă în dediferenţierea unor celule ale razelor medulare, ale cambiului sau din floemul secundar şi revenirea lor la stadiul de meristem. Aceste celule se divid şi proliferează spre exterior sub forma unui con de creştere, care dă naştere, în final, unei rădăcini adventive.

Unele specii, de exemplu coacăzul negru şi gutuiul, formează uşor rădăcini adventive, în timp ce măslinul are un proces de rizogeneză redus, datorită fibrelor sclerenchimatice şi sclereidelor care pot forma un strat aproape continuu între floem şi parenchimul cortical.

Procesul de rizogeneză este stimulat de auxine care, datorită transportului lor polar, determină întotdeauna formarea rădăcinilor la polul bazal al butaşilor. Auxina acţionează şi în timpul formării primordiilor radiculare, dar nu se cunoaşte dacă această acţiune se manifestă înainte sau în timpul primelor diviziuni celulare (Baldoni ş.a., 1992). Procesul de rizogeneză poate fi stimulat prin imersia butaşilor într-o soluţie de auxină cu concentraţia de 5 ppm. Rezultate similare s-au obţinut şi în cazul tratării butaşilor cu auxine sintetice: acid β-indolil butiric, acid 2,4-diclorfenoxiacetic (2,4-D), acid 2,4,5-triclorfenoxiacetic (2,4,5-T) şi cu acid α-naftilacetic (NAA).

Auxina stimulează nu numai procesul de rizogeneză, ci şi creşterea rădăcinilor nou-formate. Elliott (1977) a constatat că soluţiile diluate de auxină au un efect stimulator asupra creşterii rădăcinilor, dar concentraţiile mari inhibă acest proces.

Rolul giberelinelor este controversat: în faza iniţială a rizogenezei s-a constatat că ele pot avea efect inhibitor, datorită blocării procesului de diviziune a celulelor care vor forma primordiile radiculare. În etapele următoare, giberelinele pot să aibă efect stimulator asupra procesului de rizogeneză.

După Baldini ş.a. (1992), citochininele nu au un rol direct în rizogeneză şi pot fi considerate ca substanţe protectoare sau cu rol de mobilizare a altor substanţe hormonale.

Etilena stimulează procesul de rizogeneză, dar nu reprezintă un factor limitativ, ci unul secundar, în schimb poliaminele: putresceina, spermina şi spermidina se comportă ca substanţe stimulatoare ale procesului de rizogeneză.

Prezenţa unor substanţe inhibitoare în butaşi poate prejudicia procesul de rizogeneză. Imersia în apă a butaşilor favorizează difuzia acestor substanţe din celulele butaşilor în apă, ceea ce conduce la stimularea procesului de rizogeneză.

Un factor important care condiţionează procesul de rizogeneză este vârsta butaşilor. În cazul pomilor şi al arbuştilor fructiferi, s-a constatat că ramurile de 1 an înrădăcinează mai bine comparativ cu cele bătrâne. Face excepţie măslinul, la care procesul de rizogeneză se intensifică o dată cu creşterea vârstei butaşilor.

În timpul procesului de rizogeneză se consumă substrat nutritiv şi energie biochimică, reprezentate prin glucide reducătoare, aminoacizi, ATP, NADPH etc., se intensifică activitatea enzimatică şi intensitatea procesului de respiraţie.

Printre factorii externi care stimulează procesul de rizogeneză trebuie menţionată temperatura şi intensitatea luminoasă.

Temperatura optimă pentru rizogeneză variază între 21 şi 27 °C ziua şi 15 şi 21 °C noaptea.

Intensitatea luminoasă mare inhibă procesul de rizogeneză, favorizând sinteza substanţelor inhibitoare sau determinând inhibarea unor cofactori (Baldoni ş.a., 1992).

Ritmul de creştere a rădăcinii poate să ajungă la câţiva milimetri într-o zi, cele mai mari creşteri se realizează în timpul nopţii, când potenţialul hidric al celulelor este mai mare, ceea ce favorizează extensia celulară.

Creşterea rădăcinii are o dinamică sezonieră caracteristică. În cazul piersicului se remarcă iniţierea formării rădăcinilor cu 3–4 săptămâni înainte de înflorire şi realizarea unui maximum de creştere primăvara. După dezmugurit ritmul de creştere a rădăcinilor scade, ca urmare a corelaţiei trofice negative cu creşterea organelor vegetative. La aceasta contribuie şi stresul hidric din timpul verii. Spre sfârşitul verii se produce un al doilea maxim de creştere a rădăcinilor, pentru ca iarna, dacă temperatura din sol nu scade sub

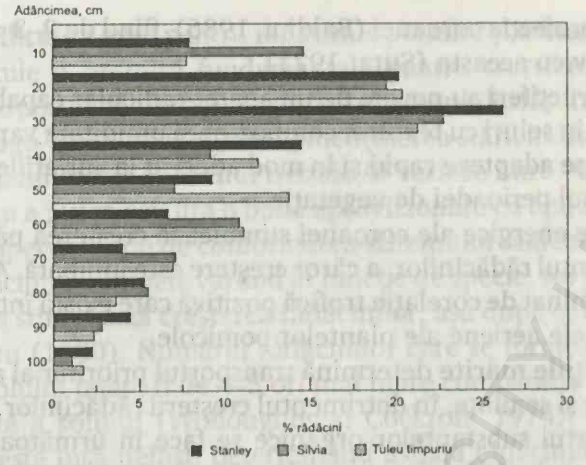


Fig. 2.1. Influenţa soiului asupra dezvoltării sistemului radicular la unele soiuri de prun

2 °C, acest proces să continue lent. Aceasta explică avantajele plantărilor de toamnă (Baldoni, 1986).

Pomii tineri din speciile prun, cais şi cireş se caracterizează printr-o creştere bună a rădăcinilor, în timp ce la păr predomină creşterea axului în defavoarea rădăcinilor laterale.

În general, creşterea rădăcinilor pomilor, arbuştilor şi a plantelor ierboase fructifere este dependentă de factorii agropedoclimatici (temperatură, adâncime etc.).

Temperaturile apropiate de 0 °C şi mai mari de 30 °C reduc ritmul de creştere a rădăcinilor. Acest proces este iniţiat la temperatura de 1 °C la căpşun, 4–6 °C la măr, 6–7 °C la păr şi 12 °C la cais şi piersic.

Cele mai favorabile condiţii pentru creşterea rădăcinilor se întâlnesc la adâncimea de 20–100 cm, zonă în care de altfel se formează cel mai mare număr de rădăcini şi care constituie rizosfera.

Şuta, Dumitrache şi Modoran (1956) au constatat că cele mai multe rădăcini ale pomilor se găsesc la adâncimea de 20–70 cm, iar Popescu (1964) a precizat că în condiţiile solurilor nisipoase, marea masă a rădăcinilor se formează la adâncimea de 25–70 cm. Determinările efectuate de Hoza (1996) la 3 soiuri de prun cultivate pe teren înierbat au precizat că frecvenţa maximă a rădăcinilor se găseşte la adâncimea de 30 cm, iar la 1 m frecvenţa scade sub 2,1 % (*Fig.2.1.*).

La unele specii pomicole rădăcinile pot ajunge, în condiţii favorabile, până la adâncimea de 10 m (Baldoni ş.a., 1992), iar lateral

depăşesc proiecţia coroanei (Baldini, 1986), fiind de 2–3 ori mai mari comparativ cu aceasta (Şuta, 1971).

Pomii fructiferi au nevoie de un aparat radicular capabil să supravieţuiască în soluri cu textură, compoziţie şi umiditate variată. Acesta trebuie să se adapteze rapid şi în mod adecvat la variaţiile care au loc pe parcursul perioadei de vegetaţie.

Tăierile energice ale coroanei stimulează creşterea părţii aeriene în detrimentul rădăcinilor, a căror creştere este inhibată. Acest proces este determinat de corelaţia trofică pozitivă care există între rădăcinile şi organele aeriene ale plantelor pomicole.

Producţiile mărite determină transportul prioritar al asimilatelor spre fructe şi seminţe, în detrimentul creşterii rădăcinilor. Prioritatea în transportul substanţelor organice se face în următoarea ordine: fructe, muguri, rădăcini, organe de rezervă.

Temperatura este un factor esenţial pentru creşterea rădăcinii şi pentru acumularea substanţei uscate în plante. Percival ş.a. (1996) au constatat că temperatura din zona rădăcinilor poate influenţa procesul de fotosinteză la plantele de zmeur, iar valoarea optimă a temperaturii rădăcinilor pentru producerea de biomasă este de 25 °C.

Rădăcinile au o creştere corespunzătoare dacă aerul din sol conţine circa 10 % **oxigen.** Creşterea rădăcinilor se reduce mult când cantitatea de oxigen scade la 3–5 %, iar la concentraţii mai mici, rădăcinile supravieţuiesc cu dificultate. Cele mai sensibile sunt rădăcinile absorbante, respectiv perişorii absorbanţi.

Valoarea optimă a **pH-ului solului**, pentru creşterea sistemului radicular, variază între 5,6 şi 6,5 , cu excepţia afinului care preferă solurile mai acide, cu pH-ul de 4,5–5,5 şi a migdalului care preferă pH-ul alcalin, rezistând la o concentraţie de calcar de până la 16 %.

Lucrările solului determină secţionarea rădăcinilor până la adâncimea de 12 cm, fapt ce determină stimularea creşterii rădăcinilor în detrimentul organelor aeriene. Richard şi Rowe (1977) au constatat că dupa 25 de zile de la secţionarea rădăcinilor, are loc reorientarea creşterilor, ceea ce a determinat sporirea cu 20 % a substanţei uscate a rădăcinilor şi reducerea cu 23 % a substanţei uscate a organelor aeriene.

Înierbarea permite creşterea rădăcinilor pomilor în stratul superficial al solului, dar favorizează şi concurenţa între rădăcinile acestora şi ale ierburilor, în ceea ce priveşte apa şi substanţele minerale (Faust, 1989), inhibând creşterea acestora şi favorizând sensibilitatea la stresul hidric.

Accesibilitatea apei pentru rădăcinile pomilor şi arbuştilor fructiferi constituie o premisă fundamentală pentru creşterea acestora, pentru transportul substanţelor nutritive, pentru desfăşurarea proceselor fiziologo-biochimice şi pentru menţinerea stării hidrice a celulelor. Potenţialul hidric al solului trebuie să varieze între –0,01 şi –1,5 MPa, pentru a putea asigura o bună aprovizionare cu apă a plantelor. Absorbţia apei depinde de conformarea sistemului radicular şi de eficienţa rădăcinilor, ambele variind în funcţie de specie, soi şi portaltoi.

Irigarea stimulează creşterea rădăcinilor, aşa după cum a constatat Atkinson (1980). Numărul rădăcinilor care se formează în zona umedă a solului poate fi de 4–5 ori mai mare comparativ cu cele din zona uscată a solului (Wolloughby şi Cockroft, 1974). Excesul de umiditate este însă nefast, determinând asfixia rădăcinilor. Piersicii altoiţi pe portaltoiul GF 305, cultivaţi în soluţie hidroponică aerată, sunt expuşi unui proces de asfixie radiculară. Rădăcinile conţin cantităţi însemnate de amigdalină, care în condiţii de anaerobioză şi în prezenţa emulsinei, hidrolizează cu producerea de acid cianhidric, care se consideră a fi responsabil de apariţia acestor simptome (Salesses şi Juste, 1971).

Prunul este mai rezistent la excesul de apă, putând suporta băltirea cca 20 de zile, dacă temperatura aerului nu depăşeşte 24 °C (Olien, 1987).

În condiţii de anaerobioză, în rădăcinile pomilor şi ale arbuştilor fructiferi are loc biodegradarea acidului piruvic rezultat din ciclul glicolitic, cu formare de alcool etilic. În prima etapă acidul piruvic este decarboxilat în prezenţa piruvic decarboxilazei, rezultând aldehidă acetică. Aceasta este redusă la alcool etilic, în prezenţa alcool dehidrogenazei. Biosinteza acestei ultime enzime este codificată de ARNm, numai în condiţii de anaerobioză. Biodegradarea anaerobă a glucidelor furnizează o cantitate de 24–32 de ori mai mică de energie biochimică (ATP), care permite continuarea proceselor de biosinteză şi transport activ, o perioadă scurtă de timp. În condiţiile unui exces prelungit de umiditate, acumularea aldehidei acetice şi a alcoolului etilic peste un nivel caracteristic de prag poate să determine moartea celulelor rădăcinii.

Seceta are un efect stresant asupra rădăcinii pomilor şi a arbuştilor fructiferi, determinând inhibarea creşterii rădăcinilor, moartea perilor absorbanţi şi sinteza acidului abscisic, care, transportat în frunze, determină închiderea stomatelor.

Tabelul 2.1. **Cantitatea medie de macroelemente (kg/ha), absorbite din sol de unele specii pomicole**

Specia	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Măr	60–100	20–35	70–150	175–190	30–35
Păr	60–100	15–25	60–100	200–210	20–25
Piersic	80–150	20–25	80–130	150–160	30–35

Vârsta rădăcinilor este corelată cu proporţia de rădăcini active şi inactive. Determinările efectuate de Kolesnikov (1971) au precizat că merii în vârstă de 5 ani nu au rădăcini moarte. Cei în vârstă de 6 ani au 17 % rădăcini moarte, la 7 ani proporţia acestora creşte la 24 %, la 8 an la 59 % şi la 9 ani se ajunge ca 53 % din rădăcini să fie moarte.

Nutriţia minerală reprezintă un factor important ce influenţează creşterea rădăcinii pomilor şi a arbuştilor fructiferi. Nutriţia corespunzătoare cu azot favorizează creşterea în lungime a rădăcinilor, iar fosforul stimulează ramificarea şi creşterea în greutate a acestora (Kolesnikov, 1971).

Un sistem radicular bine dezvoltat asigură aprovizionarea corespunzătoare a plantei cu apă şi cu substanţe minerale. Rădăcinile pomilor absorb în medie, pe parcursul unei perioade de vegetaţie, următoarele cantităţi de substanţe minerale: 120 kg/ha azot, 25–50 kg/ha P_2O_5, 150 kg/ha K_2O, 100 kg/ha CaO şi 20 kg/ha MgO.

După Cobianchi (1976), cantitatea de substanţe minerale absorbite de rădăcinile pomilor variază în raport cu specia, aşa după cum rezultă din datele prezentate în *tabelul 2.1.*

Ritmul de absorbţie a elementelor minerale de către rădăcinile merilor cultivaţi în soluţii hidroponice este, după Atkinson şi Wilson (1980), de 0,56 p mol/cm/s pentru fosfor şi 8,5 p mol/cm/s pentru azot.

Absorbţia substanţelor minerale de către rădăcinile pomilor, arbuştilor şi plantelor ierboase fructifere se realizează în principal pe cale activă, cu participarea transportorilor proteici (pompe de ioni), fapt dovedit de concentraţia mărită a ionilor din celule comparativ cu cea din soluţia solului (vezi vol. 1).

Rădăcinile pomilor şi arbuştilor fructiferi pot absorbi azotul sub formă nitrică şi amoniacală. Azotul amoniacal este utilizat în celulele rădăcinii pentru biosinteza aminoacizilor care sunt transportaţi prin xilem spre organele aeriene. Astfel, prin aminarea oxalacetatului se formează acidul aspartic şi a amidei corespunzătoare – asparagina,

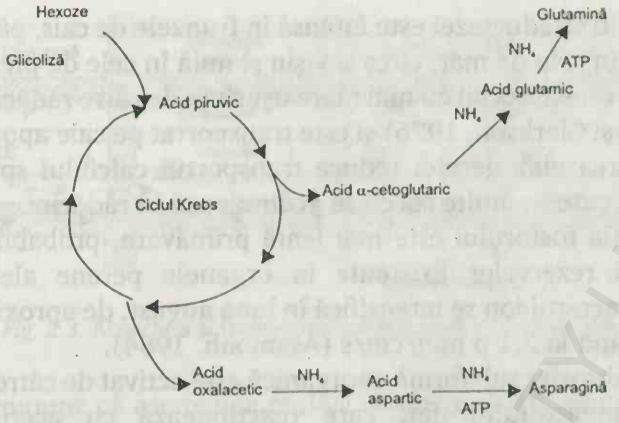


Fig. 2.2. Schema biosintezei aminoacizilor în rădăcini

iar din α-cetoglutarat se formează acidul glutamic şi amida corespunzătoare – glutamina. Reacţiile din primul ciclu biosintetic sunt catalizate de glutamin sintetază şi glutamat sintetază, iar cele din al doilea ciclu, de glutamat dehidrogenază şi glutamin sintetază, enzime puse în evidenţă în rădăcinile de măr de Kang şi Titus (1981).

Hill-Cottingham şi Llayd-Jones (1973) au dovedit că în rădăcinile pomilor fructiferi se poate biosintetiza şi ornitină, citrulină şi arginină, sinteza aminoacizilor fiind dependentă de cetoacizii formaţi în ciclul Krebs (*Fig. 2.2.*).

Azotul nitric este absorbit preferenţial de rădăcinile pomilor şi arbuştilor fructiferi, din momentul în care temperatura solului a depăşit valoarea de prag caracteristică speciei, situată în apropiere de 0 °C (Taylor, 1967), dar ritmul de absorbţie este foarte lent. Absorbţia se intensifică rapid în timpul dezmuguritului, rămâne la un nivel ridicat pe tot parcursul perioadei de creştere a lăstarilor şi scade rapid în timpul căderii frunzelor.

Habib (1983) menţionează că în seva brută a pomilor fructiferi nu au fost identificaţi nitraţii şi ca urmare se presupune că aceştia sunt reduşi la nitriţi şi în final la amoniac, în leucoplastele din celulele rădăcinii. În cazul piersicilor acest proces are loc în principal la nivelul rădăcinii, în timp ce la măr, păr, cireş, vişin şi prun se admite că procesul de reducere a nitraţilor poate să aibă loc şi în cloroplastele din frunze (Habib, 1983). Analizele efectuate de Keppler şi Hageman (1969), Leece ş.a. (1972) şi Perez şi Kliewer (1978) au precizat că ac-

tivitatea nitratreductazei este intensă în frunzele de cais, păr şi prun, mai lentă în cele de măr, cireş şi vişin şi nulă în cele de piersic.

Calciul este absorbit cu mai mare uşurinţă de către rădăcinile tinere (Russel şi Clarkson, 1976) şi este transportat pe cale apoplasmică. Suberificarea endodermei reduce transportul calciului spre vasele lemnoase, care în multe specii se acumulează în rădăcini.

Absorbţia fosforului este mai lentă primăvara, probabil datorită reutilizării rezervelor existente în organele perene ale plantei. Absorbţia acestui ion se intensifică în luna august, de aproximativ 15 ori, ajungând la 2,1 p mol/cm/s (Asamoah, 1984).

Sulful absorbit sub formă anorganică este activat de către ATP, rezultând adenozin-5-fosfat, care reacţionează cu acetil serina, formând cisteină.

Situsurile de depozitare a elementelor minerale la nivel celular diferă. Astfel, potasiul este depozitat în vacuole, clorul atât în vacuole, cât şi în apoplast, calciul în apoplast, reticulul endoplasmatic şi în vacuole sub formă de cristale de oxalat, malat sau citrat de calciu. De obicei, fierul şi sulful nu se găsesc sub formă anorganică, ci numai sub formă de compuşi organo-minerali.

Compoziţia minerală a celulelor din rădăcinile unui soi variază în limite relativ mici. Aceasta se realizează printr-un control activ al absorbţiei ionilor din sol. Controlul absorbţiei ionilor poate fi global sau individual.

Controlul global se realizează în principal pe două căi:

- prin disponibilitatea energiei biochimice pentru absorbţia ionilor. Lipsa ATP-ului din celulele rădăcinilor blochează transportul activ al ionilor;
- prin presiunea de turgescenţă care poate regla *feedback*-ul absorbţia ionilor şi a apei. La acest reglaj se presupune că participă receptorii de presiune situaţi la nivelul membranelor plasmatice şi care, la creşterea presiunii, opresc absorbţia activă a ionilor sau deschid canalele de ioni.

Controlul selectiv al absorbţiei ionilor se face printr-un mecanism *feedback,* care se realizează între intensitatea transportului şi ionii acumulaţi în celule. Astfel, acumularea în citoplasmă a aminoacizilor cu sulf (metionină, cistină, cisteină) sau a anionului SO_4^{2-}, inhibă funcţionarea transportorilor proteici specifici. Înglobarea aminoacizilor cu sulf în proteine favorizează intrarea în funcţiune a acestor transportori.

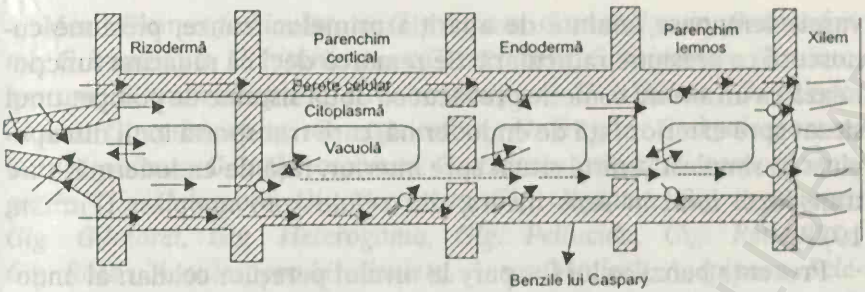


Fig. 2.3. Absorbţia şi transportul substanţelor prin rădăcină

Se presupune că asemenea reglaje selective există pentru fiecare ion în parte, ceea ce explică menţinerea compoziţiei constante în cazul unei specii şi totodată diferenţele de concentraţie dintre diferiţii ioni existenţi într-un organ al plantei.

Absorbţia ionilor şi a apei prin rădăcinile pomilor şi arbuştilor fructiferi are un mecanism specific, care a fost descris în volumul I al acestei lucrări. Soluţia solului străbate cu uşurinţă β-glucanii care alcătuiesc pereţii celulelor ce formează perii absorbanţi, dar pătrunde şi prin spaţiile capilare din pereţii rizodermei şi ai celulelor parenchimului cortical (apoplast), până la endodermă, printr-un proces de difuziune. Substanţele minerale sunt transportate prin plasmalema celulelor perilor absorbanţi, a rizodermei şi a parenchimului cortical, printr-un transport activ, cu participarea transportorilor proteici (pompe de ioni). Acumularea ionilor în celule (simplast) determină creşterea presiunii osmotice, urmată de pătrunderea apei prin plasmalemă, printr-un proces de osmoză.

Transportul apei şi al ionilor prin celulele endodermei se face numai pe cale simplasmică, prin plasmodesme, din cauza prezenţei benzilor lui Caspary în celulele endodermei.

Ionii ajunşi în celulele situate după endodermă, respectiv în celulele periciclului sau ale parenchimului lemnos, sunt transportaţi activ prin plasmalemă, în apoplast, unde determină creşterea presiunii osmotice. Aceasta este urmată de un proces de exosmoză şi de creşterea volumului soluţiei din apoplast, care este împinsă în vasele lemnoase. O altă parte din ioni poate fi transportată activ direct din celulele parenchimului lemnos în vasele lemnoase (*Fig. 2.3.*). Repetarea proceselor de transport activ al ionilor şi de exosmoză a apei generează o presiune care determină ascensiunea sevei brute prin

vasele lemnoase, înainte de apariţia primelor frunze, presiune cunoscută ca presiune radiculară. Se remarcă deci că rădăcina funcţionează ca un sistem osmotic prevăzut cu două sisteme de pompe: unul situat spre exterior faţă de endodermă, care transportă ionii din apoplast în simplast şi altul situat spre interior, faţă de endodermă, care transportă ionii în sens invers, din celule spre apoplast (Pitman, 1977).

Prezenţa benzilor lui Caspary la nivelul pereţilor celulari ai endodermei impiedică difuzia sevei brute din vasele lemnoase spre soluţia solului, pe cale apoplasmică. În acelaşi timp, autoliza conţinutului celulelor vaselor lemnoase permite transportul pasiv (fără consum de energie) al sevei brute până la nivelul coroanei, datorită presiunii negative generate în frunze de procesul de transpiraţie.

Potenţialul hidric al rădăcinilor pomilor fructiferi este în medie de –1,5 bari (Baldini, 1986).

2.2. Rizosfera, micorizele şi allelopatia

Solul cuprins între rădăcinile plantelor, care conţine numeroşi compuşi organici rezultaţi din secreţii, exudate şi lizate şi în care se dezvoltă o microfloră bogată, constituie **rizosfera.**

Se estimează că microflora dintr-un hectar de livadă este alcătuită din 50–500 kg alge, 2 000 kg ciuperci şi 1 000 kg bacterii.

Rolul microflorei din rizosferă este deosebit de important: bacteriile din genul *Azotobacter* fixează azotul atmosferic, cele din genul *Nitrobacter* catalizează transformarea azotului amoniacal în azot nitric (nitrificare), alte bacterii contribuie la solubilizarea fosfaţilor, iar ciupercile formează micorize, cu rădăcinile pomilor sau ale arbuştilor fructiferi. În felul acesta se creează condiţii optime pentru absorbţia apei şi a substanţelor minerale din sol.

Micorizele reprezintă simbioze între rădăcinile pomilor şi ale arbuştilor fructiferi şi unele specii de ciuperci.

Cele mai multe specii pomicole formează endomicorize de tip vezicular-arbusculare. Sabrana şi Vitagliano (1990) au făcut o sinteză a speciilor de ciuperci micoritice care formează micorize cu pomii fructiferi, după cum urmează:

Cireşi: *Gigaspora margarita.*

Piersici: *Glomus etunicatum, G. fasciculatum, G. mossaeae, Gigaspora margarita.*

Meri: *Glomus fasciculatum, G. mosseae, G. maculosum, G. versiforme, G. manihotis, G. bitunicatum, G. occultum, G. epigaeum, G. monosporum, G. microcarpum, G. macrocarpum, G. albidum, G. caledonicum, G. constrictum, G. etunicatum, G. fragile, G. hyalosporum, G. invernaicum, G. melanosporum, G. stramentoticum, Gigaspora margarita, Gig. Calospora, Gig. Verrucosa, Gig. Gigantea, Gig. Erythropa, Gig. Gilmorei, Gig. Heterogama, Gig. Pellucida, Gig. Reticulata, Gig. Rosea, Acaulospora bireticulata, A. scrobiculata, A. spinoza, Sclerocystis rubiformis, S. sinuosa.*

În cazul alunului s-a constatat formarea de ectomicorize în simbioză cu *Tuber melanosporum.*

Până nu demult se credea că ciupercile micoritice vezicular-arbusculare nu sunt specifice, acestea putând infecta mai multe plante. Sbrana şi Vitagliano (1990) consideră că formarea micorizelor este sub controlul genetic al ambilor parteneri. Mecanismele prin care se realizează incompatibilitatea dintre plantă şi ciuperca micoritică încă nu se cunosc. Probabil, este vorba de o recunoaştere pe cale chimică, care are loc în momentul contactului dintre ciuperca micoritică şi celulele rădăcinii plantei.

Procesul de infecţie durează 40–50 de zile. Hifele ciupercilor micoritice formează un manşon în jurul perilor absorbanţi. Din acest manşon, hifele se răspândesc în sol, ajungând chiar de la un pom la altul, formând astfel o reţea comună subterană. Alte hife pătrund între celulele rizodermei formând ectomicorize sau în celulele rizodermei şi ale parenchimului cortical, în interiorul cărora formează umflături numite "vezicule" şi ramificaţii numite "arbuscule", caracteristice endomicorizelor. La nivelul arbusculelor are loc schimbul de substanţe dintre ciupercă şi celula-gazdă, iar în vezicule se acumulează substanţele de rezervă ale ciupercii.

În timpul perioadelor secetoase, micorizele pot dispare, ciupercile dând naştere la forme de rezistenţă, pentru ca în condiţii normale de umiditate să regenereze simbioza. În cadrul simbiozei, ciuperca furnizează rădăcinilor plantei-gazdă apa şi substanţele minerale, datorită faptului că au o suprafaţă mare de absorbţie, ceea ce permite o mai bună explorare a solului (Pigott, 1982). În acelaşi timp, gazda furnizează ciupercii compuşii organici necesari pentru nutriţie (zaharoză).

Majoritatea ciupercilor conţin nitratreductaze şi ca urmare pot reduce nitraţii la nitriţi şi la azot amoniacal. În acelaşi timp, ciupercile

pot absorbi şi azotul amoniacal pe care îl utilizează pentru biosinteza glutaminei şi a acidului glutamic (France şi Reid, 1983).

Clement ş.a. (1977) au constatat că plantele micoritice au o rezistenţă mai mare în cazul cultivării pe soluri calcaroase sau care conţin metale grele. De asemenea, plantele conţin mai puţin fier, sodiu şi clor, când sunt cultivate pe soluri bogate în aceste elemente.

Baldini (1986) menţionează că plantele micoritice pot absorbi de două ori mai multe substanţe minerale comparativ cu cele nemicoritice. În ceea ce priveşte fosforul care se găseşte sub formă insolubilă, acesta poate fi solubilizat de ciuperci, astfel încât cantitatea absorbită de plantele micoritice este mai mare de 50 – 80 de ori faţă de cea absorbită de plantele nemicoritice.

Plantele micoritice cresc mai mult în greutate, înălţime şi diametru şi au o suprafaţă foliară mai mare (Sabrana şi Vitagliano, 1990), un conţinut sporit de citochinine, o rezistenţă mai mare la infecţiile radiculare şi o toleranţă mărită la stresul salin.

Green ş.a. (1996) au constatat că micorizele pot altera procesul de închidere a stomatelor prin modificarea, producerea sau recepţia semnalelor provenite de la sol, în condiţiile stresului hidric.

Ciupercile micoritice eliberează în sol auxină şi alţi compuşi indolici, care au un efect favorabil asupra microflorei din sol (Bondoux şi Perrin, 1982).

Allelopatia reprezintă interacţiunile chimice care au loc între plantele de diverse specii, iar substanţele allelochimice reprezintă compuşii organici implicaţi în allelopatie.

Compuşii allelochimici reprezintă substanţele sintetizate de plantele dintr-o specie, care pot avea efect stresant asupra plantelor din alte specii sau pot mări sensibilitatea acestora la acţiunea factorilor de stres. Efectul acestor substanţe este determinat de concentraţia şi de durata lor de acţiune.

Substanţele allelopatice au o compoziţie variată şi sunt reprezentate de: juglonă, acid β-cetoadipic, taninuri hidrolizate sau condensate, fenoli sau acizi fenolici, alcaloizi, purine, cumarine, lactone, terpene, steroizi etc. Aceste substanţe ajung în soluţia solului sub formă de secreţii ale rădăcinii, prin biodegradarea frunzelor căzute pe suprafaţa solului, sau sunt eliminate sub formă de compuşi volatili (ex. terpene).

Unele substanţe allelopatice acţionează direct, sub forma în care au fost eliminate, în timp ce altele sunt transformate de bacterii sau

ciuperci în noi compuşi inhibitori de creştere (ex. acidul β-cetoadipic).

Substanţele allelopatice cu greutatea moleculară de până la 600 Da, existente în soluţia solului, sunt absorbite de rădăcinile plantelor pe cale activă sau pasivă şi sunt translocate rapid spre xilem. Cele cu greutatea moleculară mai mare şi anume de până la 1 400–1 500 Da sunt absorbite, dar nu pot fi translocate.

Efectele acţiunii substanţelor allelopatice asupra metabolismului plantelor sunt foarte diverse. Unele substanţe, cum ar fi acizii cinamic, benzoic şi cumarinele, sunt inhibitori de creştere, în timp ce altele inhibă respiraţia, fosforilările oxidative, fotosinteza, activitatea unor enzime, sinteza proteinelor etc.

Baldoni ş.a. (1992) consideră că eliminarea de către rădăcinile piersicilor a substanţelor allelopatice împiedică replantarea pe aceeaşi parcelă a piersicului, cireşului sau a mărului, cu excepţia cazului în care portaltoiul este franc.

Nucii produc juglonă şi compuşi ce conţin iod, care au un rol allelopatic, împiedicând creşterea unor plante în apropierea acestora.

Allelopatia reprezintă un domeniu de cercetare abordat relativ recent, fapt ce face ca în literatura de specialitate să existe puţine date referitoare la acest domeniu.

Acumularea în rădăcini a substanţelor allelopatice este una din cauzele apariţiei "oboselii solului", cu importanţă practică majoră în pomicultură.

BCU IASI CENTRAL LIBRARY

Capitolul 3
Bazele fiziologice ale creşterii organelor aeriene ale pomilor, arbuştilor şi plantelor ierboase fructifere

Partea aeriană a pomilor şi arbuştilor fructiferi are diferite forme. Pomii au tulpina formată dintr-un trunchi care este delimitat de colet şi de prima ramificaţie şi din coroana situată la partea superioară a trunchiului, care este constituită din totalitatea ramurilor.

În funcţie de înălţimea trunchiului, pomii pot fi clasificaţi în modul următor: cu trunchi pitic, semipitic şi cu trunchi înalt.

Arbuştii fructiferi au tulpina ramificată de la bază şi nu formează o coroană distinctă.

În secţiunea transversală a tulpinii se remarcă următoarea structură: periderma, ţesutul conducător (floem şi xilem), parenchimul medular.

Periderma este alcătuită din suber şi feloderm. Suberul are rol de protecţie şi este alcătuit din celule moarte, care din loc în loc formează lenticele, iar feloderma are rol de depozitare a substanţelor.

Geibel şi Feucht (1991) au determinat compoziţia în glucozizi din periderma cireşilor şi au identificat un nou glucozid flavonic – pinostrobin-5-glucozid. Au mai fost identificaţi: apigenin-5-glucozid, genkwanin-5-glucozid şi nosokuranin, genistein-5-glucozid, luteolin-5-glucozid, prunetin-5-glucozid, sakuranin, tectocrisin-5-glucozid şi neosakuranin-2-glucozid.

Ţesutul conducător este format din floem, care este situat spre exterior, şi xilem, situat spre interiorul tulpinii . Între acestea se găseşte un strat de celule cambiale şi derivatele lor. Ţesutul lemnos din apropierea cambiului este funcţional şi alcătuieşte alburnul, iar cel situat

spre interior este parţial funcţional sau nefuncţional şi alcătuieşte duramenul. Vasele lemnoase care alcătuiesc duramenul sunt obturate de tile, care iau naştere din evaginarea plasmalemei din plasmodesme şi migrarea în această evaginare a unor constituenţi celulari din celulele învecinate, care sunt vii. Culoarea închisă a duramenului se datoreşte substanţelor de natură fenolică, depozitate în aceste vase.

Parenchimul medular, situat în centrul tulpinii, este alcătuit din celule nediferenţiate, cu rol de depozitare.

Tulpinile multor specii şi îndeosebi ale arbuştilor fructiferi pot da naştere la rădăcini adventive. Ele provin din floem, parenchimul interfascicular, parenchimul radiar sau din cambiu. Celulele meristematice sau cele care revin la stadiul meristematic se divid, formează un con de creştere care străbate printre celulele exterioare, dând naştere unei rădăcini adventive. Acest proces este întâlnit frecvent la coacăz şi corn (Luxova şi Ciamparova, 1992).

Ramurile care alcătuiesc coroana pomilor fructiferi sunt clasificate astfel:

- *ramuri de schelet*, cu rol de susţinere;
- *ramuri de semischelet*, care fac legătura între ramurile de schelet, şi cele de rod;
- *ramuri de rod*, scurte, cu durata de un an, care se transformă ulterior în ramuri de semischelet.

Pe ramuri se formează mugurii, alcătuiţi dintr-o axă scurtă, terminată cu un meristem care este învelit de primordii foliare şi catafile. Prin diviziunea celulelor din inelul iniţial al meristemului, se formează 8–16 frunze, după care acest proces încetează, probabil datorită inhibiţiei produse de frunze asupra meristemului.

La baza fiecărei frunze din mugur, câteva celule subepidermice diferenţiate se dediferenţiază formând câte un mugur axilar. Acesta rămâne mic, deoarece creşterea lui este inhibată de mugurul apical, prin procesul de dominanţă apicală. Când dominanţa apicală se reduce, procesul de creştere se activează şi din aceşti muguri se formează lăstari.

Creşterea în lungime a ramurilor se realizează prin diviziunea celulelor din meristemul apical al mugurilor terminali, iar ramificaţiile laterale se formează prin diviziunea meristemelor apicale ale mugurilor axilari. Creşterea internodurilor rezultă în urma extensiei celulelor situate între două primordii foliare.

Monet (1983) a identificat în meristemul apical al mugurilor de piersic existenţa a trei foiţe histogene. Din L1 consideră că se formează epiderma, din L2 scoarţa şi uneori ţesutul vascular şi din L3 rezultă celelalte ţesuturi ale tulpinii.

Creşterea în grosime a trunchiului şi a ramurilor se produce în urma diviziunii celulelor cambiale, proces în urma căruia se formează floemul şi xilemul. Diametrul vaselor conducătoare variază în funcţie de sezon, ceea ce determină formarea inelelor anuale, care corespund cu vârsta pomului. La creşterea în grosime participă şi felogenul, prin diviziunea căruia se formează suberul şi felodermul.

Creşterea organelor aeriene ale plantelor este influenţată de substanţele hormonale. Citochininele stimulează diviziunea celulelor din meristeme, iar auxina stimulează extensia celulară. Acidul abscisic are un efect contrar, inhibând procesul de creştere (Dorffling, 1984).

În ceea ce priveşte activitatea cambiului din tulpina pomilor fructiferi, s-a constatat că este stimulată de auxine, care se acumulează în aceste celule. Activitatea cambiului este iniţiată în zona mugurului apical, în care se biosintetizează acest hormon şi progresează spre baza tulpinii.

Creşterea în grosime a tulpinii variază în funcţie de specie, soi şi de condiţiile agropedoclimatice. Hoza (1996) a precizat că prunii cultivaţi în condiţiile fermei Băneasa realizează un spor mediu de creştere în grosime de 15,2 cm^2 la soiul Stanley, 17,10 cm^2 la soiul Silvia şi 18,85 cm^2 la soiul Tuleu timpuriu, în cazul pomilor în vârstă de 12 ani.

Distanţa de plantare a avut un efect foarte evident asupra creşterii în grosime a trunchiului, cel mai mare spor de creştere fiind înregistrat la pomii cu distanţă mare de plantare (3 × 4 m), diferenţele fiind semnificative faţă de sporurile înregistrate la pomii plantaţi mai des (2,5 × 4,0 m, 3,0 × 3,5 m, 2,5 × 3,5 m şi 2,5 × 3,0 m).

Suma creşterilor totale ale lăstarilor este dependentă de spaţiul aferent fiecărui pom, respectiv de distanţa de plantare. La distanţele mici de plantare (2,5 × 3,0 m) suma creşterilor totale ale lăstarilor de prun a variat între 500 şi 600 cm şi au fost localizate în partea superioară a coroanei. Pomii plantaţi la distanţe mai mari (3,0 × 4,0 m) au avut o sumă totală a creşterilor lăstarilor variind între 700 şi 800 cm, cele mai mari creşteri fiind determinate la soiul Tuleu timpuriu şi cele mai mici la soiul Silvia (Hoza, 1996).

3.1. Formarea mugurilor axilari şi a ramurilor

Monet (1983) a precizat că în cazul piersicului formarea mugurilor axilari are loc la baza primordiilor foliare. În această zonă se formează un masiv celular, care se transformă rapid într-un meristem funcţional. Activitatea acestui meristem este influenţată de dominanţa mugurului apical şi, ca urmare, activitatea meristemului variază în funcţie de poziţia pe ramură. În cazul unei dominanţe apicale puternice, mugurul axilar formează numai câteva primordii foliare, cele exterioare transformându-se în catafile, cu rol de protecţie. Aceşti muguri pot rămâne în stare de repaus vegetativ, pentru ca în anul următor să formeze lăstari, sau, dacă au fost expuşi la condiţii corespunzătoare pentru inducţia florală, vor da naştere la muguri de rod (florali sau micşti), care în anul următor vor forma flori.

Mugurii pot fi aşezaţi pe ramuri individuali sau grupaţi câte doi, trei ori mai mulţi. În cazul piersicului, Monet (1983) a constatat că la baza lăstarilor se găseşte câte un singur mugur axilar, în timp ce la mijlocul acestora se găsesc formaţiuni de 3 muguri. Cele mai frecvente sunt formaţiunile alcătuite din trei muguri, dintre care cel mijlociu este mai în vârstă. În cazul înlăturării frunzelor, aceşti muguri, aflaţi în stare de dormanţă, intră în vegetaţie, formând lăstari cu frunze.

În funcţie de poziţia lor, mugurii pot fi:

- *principali*, situaţi la baza frunzelor;
- *stipelari*, situaţi lateral faţă de cei principali;
- *adventivi*, situaţi lateral pe ramură sau pe rădăcină (ex. la zmeur, prun, vişin).

În funcţie de formaţiunile pe care la generează, mugurii pot fi:

- *vegetativi*, care dau naştere la lăstari;
- *de rod*, care pot fi:

– florali, care formează flori;
– micşti, care formează un lăstar şi una sau mai multe flori.

Fazele pe care le parcurg mugurii vegetativi pe parcursul formării lor (*Fig. 3.1.*) sunt următoarele:

A • Mugur în repaus vegetativ, de culoare brună, cu catafilele complet închise.

B_1–B_3 • Umflarea mugurilor, caracterizată prin apariţia unor dungi de culoare mai deschisă între solzi.

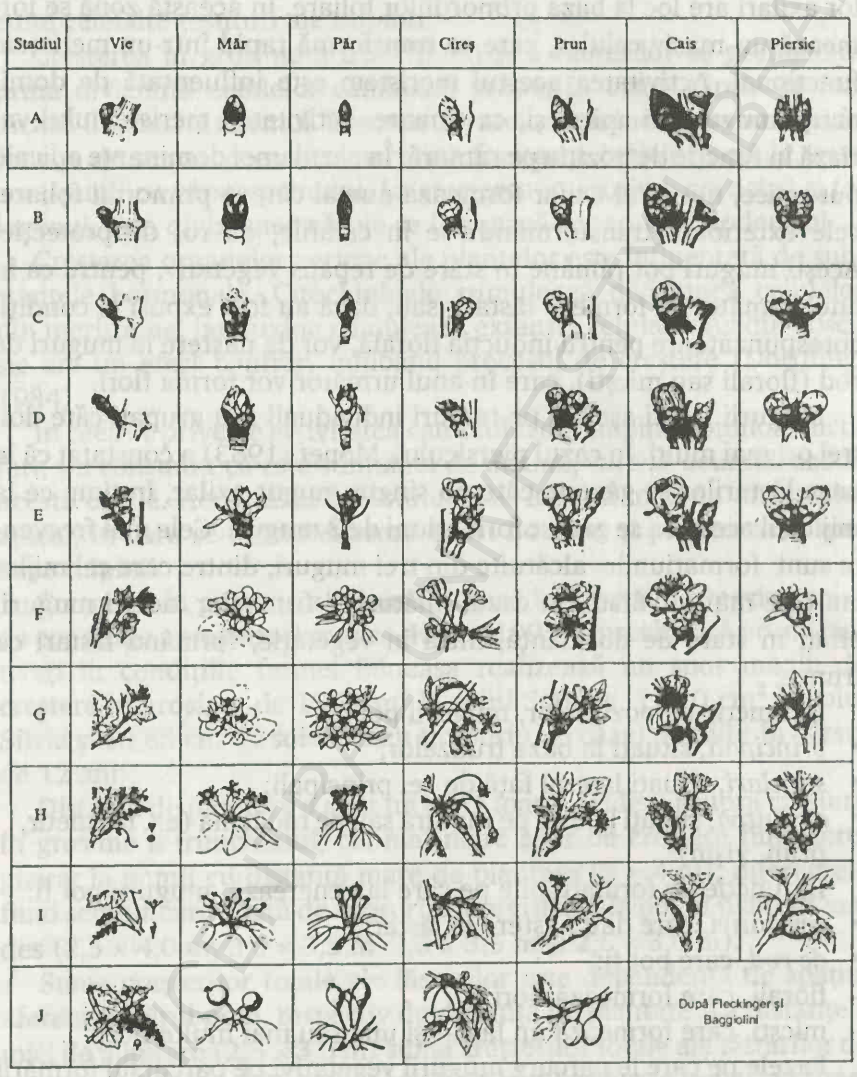


Fig. 3.1. Fazele de dezvoltare a mugurilor la pomii fructiferi (Fleckinger şi Baggiolini)

C_1–C_3 • Deschiderea mugurilor (dezmugurit), începe o dată cu crăparea mugurilor şi se termină în momentul separării primei frunze.

D_1–D_5 • Începutul creşterii lăstarului se desfăşoară în perioada cuprinsă între separarea primei frunze şi apariţia frunzei a 6-a.

E • Creşterea intensă a lăstarilor este delimitată de apariţia frunzei a 6-a şi se încheie în perioada de reducere a creşterii lăstarilor.

F • Încetarea creşterii lăstarilor este marcată de formarea mugurului terminal.

G_1–G_3 • Căderea frunzelor.

Ramificaţiile care se formează pe pomii şi arbuştii fructiferi pot fi purtătoare numai de muguri vegetativi sau atât de muguri vegetativi, cât şi de muguri de rod. Din acest punct de vedere, se pot deosebi următoarele tipuri de ramuri:

- *pintenul* – o ramură anuală scurtă de circa 1–3 cm (rar mai lungă), care are în poziţie terminală un mugur vegetativ normal dezvoltat. Se întâlneşte la toate speciile pomicole;
- *smiceaua* – o ramură anuală cu lungimea de 10–50 cm, care are mai mulţi muguri vegetativi. Se întâlneşte la toate speciile pomicole;
- *ţepuşa* – o ramură scurtă de 1–3 cm, care are terminal un mugur de rod mixt. Se întâlneşte la măr şi păr;
- *buchetul de mai* – o ramură scurtă de 1–3 cm, care are terminal un mugur vegetativ, iar lateral muguri florali şi vegetativi, dispuşi solitar sau în grupuri. Se întâlneşte la speciile sâmburoase: prun, cais, piersic, migdal, cireş, vişin şi la arbuşti: coacăz, agriş;
- *nuieluşa* – o ramură lungă de 10–50 cm, care are terminal un mugur de rod mixt, iar lateral, muguri vegetativi. Se găseşte la măr şi păr;
- *mlădiţa* – o ramură cu lungimea de 10–50 cm care are terminal şi subterminal cel puţin 2 muguri de rod. Se găseşte la măr şi păr;
- *ramura mijlocie* are lungimea de 10–30 cm şi este prevăzută terminal cu un mugur vegetativ, iar lateral cu muguri vegetativi şi floriferi dispuşi solitari sau în grup. Este caracteristică pentru sâmburoase: cireş, vişin, prun şi cais;
- *ramura mixtă* are lungimea de 10–30 cm şi se caracterizează prin prezenţa unui mugur vegetativ terminal şi grupuri laterale de muguri vegetativi şi florali, iar la bază are 2–4 muguri vegetativi. Se întâlnaşte la piersic şi migdal;

- *ramura anticipată* – o ramură de un an, formată pe o altă ramură de un an, care poate avea lateral muguri solitari sau grupaţi, vegetativi şi florali. Se găseşte la speciile sâmburoase: piersic, vişin, cais, prun.

Durata şi viteza de creştere a ramurilor variază în funcţie de numeroşi factori. Astfel, durata perioadei de creştere a lăstarilor variază în funcţie de specie şi de condiţiile agropedoclimatice. În cazul piersicului, creşterea lăstarilor încetează la începutul lunii august, perioadă ce corespunde cu formarea mugurilor florali.

În ceea ce priveşte viteza de creştere a lăstarilor, s-a constatat că unii au o creştere rapidă care încetează după puţin timp, în timp ce alţii au creşterea lentă şi de durată. Aceste diferenţe se datoresc atât dominanţei apicale, cât şi aprovizionării diferite cu apă şi cu substanţe minerale, funcţie de poziţia lor pe plantă. Succesiunea dintre oprirea şi reluarea creşterii lăstarilor dau naştere la valurile de creştere. În toate cazurile însă, creşterile cumulate au aspectul unei curbe sigmoide. Această alură este dată de ritmul lent de creştere din faza iniţială, care este urmat de o intensificare a creşterii ramurilor şi apoi de o diminuare, spre sfârşitul valului sau a perioadei de vegetaţie.

Creşterea ramurilor poate fi:

- *acrotonă*, caracterizată prin creşterea mai intensă a ramurilor care provin din mugurii apicali. Acest tip de creştere este caracteristic în general pentru: măr, păr, cireş etc.;
- *bazitonă*, caracterizată prin creşterea mai intensă a ramurilor care se formează din mugurii bazali. Acest tip de creştere este caracteristic în general pentru: cais, piersic şi măslin;
- *mezotonă*, care prezintă caracteristici intermediare între cele două tipuri de creştere menţionate anterior.

Ritmul de creştere a lăstarilor variază în funcţie de specie şi de vârsta pomilor. Astfel, după Tufts şi Harris (1955), creşterea medie a lăstarilor în condiţii de producţie maximă, variază între 15 şi 20 cm la smochinul în vârstă de peste 10 ani şi între 76–100 cm la piersicul în vârstă de până la 10 ani (*tabelul 3.1.*).

Un alt factor important care influenţează ritmul de creştere a tulpinii şi ramurilor îl constituie vigoarea soiului şi a portaltoiului. Soiurile, respectiv portaltoii cu vigoare vegetativă mare au creşteri mai intense, iar prezenţa fructelor pe pom reduce creşterile cu circa 20 %, datorită concurenţei cu organele vegetative, pentru substanţele nutritive (Xiloyannis ş.a., 1992).

Tabelul 3.1. **Creşterea medie a lăstarilor în condiţii de producţie maximă, cm**

Specia	Vârsta	
	Până la 10 ani	Peste 10 ani
Piersic şi nectarin cu sâmbure aderent	50–100	30–76
Piersic şi nectarin cu sâmbure neaderent	76–100	30–76
Cais	30–76	25–60
Prun	25–60	23–46
Migdal, măr şi cireş	23–46	15–25
Smochin	20–30	15–20

Aplicarea unor doze mari de îngrăşăminte azotate stimulează creşterile vegetative, dar, în acelaşi timp, întârzie maturarea lemnului.

Irigarea solului din livezile pomicole stimulează creşterea organelor aeriene ale pomilor. Richard ş.a. (1994) au precizat că irigarea solului din livezile de piersic au determinat creşteri în grosime ale trunchiului cu 9,3 % mai mari comparativ cu cele de la variantele neirigate.

Tratamentele cu paclobutrazol inhibă creşterile, determină scăderea proporţiei de xilem din suprafaţa secţiunii transversale şi creşterea celei de floem şi a parenchimului cortical. Densitatea vaselor lemnoase creşte, iar mărimea lumenului acestora scade comparativ cu cele ale piersicilor netrataţi (Aguirre şi Blanco, 1992). Paclobutrazolul, fiind un inhibitor al biosintezei giberelinelor, poate reduce viteza de translocare a auxinei endogene, favorizând acumularea în ţesuturi. Aceasta are drept consecinţă afectarea procesului de diferenţiere a ţesuturilor tulpinii şi întărirea dominanţei apicale (Aguirre şi Blanco, 1990).

Aplicarea tratamentelor cu paclobutrazol la piersici (0,1 g subst. activă) a redus creşterea rădăcinii şi suprafaţa frunzelor mai mult decât stresul hidric. În acelaşi timp, s-a constatat reducerea greutăţii proaspete şi uscate a rădăcinilor şi diminuarea consumului total de apă (Basi ş.a., 1989). Paclobutrazolul, în concentraţie de 0,05–0,30 g/cm diametru al trunchiului, reduce creşterile apicale ale cireşilor, soiul Napoleon, în următorii 3 ani. Tratamentul nu a afectat mărimea fructelor, concentraţia în substanţă uscată şi fermitatea fructelor.

Tratamentele cu acid giberelic, în concentraţie de 500 mg/l, determină creşterea proporţiei de xilem şi parenchim cortical, parenchimul medular este redus, iar floemul rămâne neafectat.

3.2. Dominanţa apicală

Dominanţa apicală reprezintă o corelaţie de creştere în care mugurul terminal inhibă creşterea mugurilor laterali.

Pentru explicarea mecanismului dominanţei apicale au fost elaborate mai multe ipoteze ca de exemplu:

- *ipoteza carenţei trofice;*
- *ipoteza controlului hormonal;*
- *ipoteza diversiunii nutriţiei a lui Went* (1936);
- *ipoteza inhibiţiei directe.*

După Cutter (1975), dominanţa apicală poate fi atribuită, în funcţie de specie, mai multor factori a căror importanţă variază în funcţie de fenofază. Astfel, în controlul acestui proces pot interveni: auxinele, nutriţia minerală, condiţiile de mediu, interacţiunile hormonale etc.

Auxinele biosintetizate în cantitate mai mare în mugurii apicali sunt transportate bazipetal, inhibând creşterea mugurilor laterali. Efectul este mai puţin evident la mugurii bazali, unde concentraţia de auxine este mai mică. Acidul abscisic are un efect sinergic cu cel al auxinei, în timp ce giberelinele şi citochininele sunt antagoniste.

Se consideră, de asemenea, că mugurii apicali sunt aprovizionaţi preferenţial cu substanţe nutritive, având conexiuni vasculare mai directe comparativ cu cei laterali, ceea ce contribuie la creşterea lor mai intensă.

După Martin (1987), procesul de dominanţă apicală este controlat de gene, prin programarea sintezei enzimelor implicate în biosinteza hormonilor.

La speciile care prezintă dominanţă apicală se remarcă intrarea mai rapidă în vegetaţie a mugurului axial, iar creşterea acestuia este verticală, în timp ce mugurii laterali încep dezmuguritul mai târziu, iar creşterea lor prezintă un unghi faţă de axa pomilor. Aceasta poate favoriza aprovizionarea preferenţială cu substanţe nutritive. Prin înlăturarea mugurului axial se determină stimularea creşterii mugurilor laterali.

Dominanţa apicală este responsabilă de habitusul caracteristic pomilor, iar aplicarea tăierilor influenţează capacitatea de ramificare, intensitatea creşterilor şi formarea mugurilor de rod.

Prin tăierile aplicate pomilor se asigură un număr optim de ramuri cu muguri de rod în funcţie de vigoarea pomilor, ceea ce permite obţinerea unor recolte de calitate. Astfel, după Fidighelli (1983), prin tăieri se poate asigura un raport optim frunze/fruct, raport ce variază în funcţie de specie între 30 şi 65 la măr şi păr, 25 şi 45 la piersic, este în jur de 10 la cais şi între 5 şi 6 la cireş.

3.3. Bazele fiziologice ale tăierii pomilor şi arbuştilor fructiferi

Tăierile au drept scop, în cazul pomilor tineri, realizarea formei dorite de coroană. În cazul pomilor maturi, se urmăreşte asigurarea unui raport optim între numărul de frunze şi fructe, prevenindu-se încărcarea excesivă, favorizându-se în acelaşi timp penetrarea luminii în interiorul coroanei. Prin executarea unor tăieri corespunzătoare se urmăreşte realizarea unui indice optim al suprafeţei foliare, se normează numărul de flori şi de fructe, ceea ce influenţează mărimea, culoarea şi rezistenţa fructelor la atacul agenţilor patogeni.

Tăierile se pot efectua în timpul iernii, *în uscat*, şi urmăresc în general normarea încărcăturii, întreţinerea coroanei şi înlăturarea ramurilor cu creşteri vegetative lacome. Tăierile din timpul verii, *în verde*, se execută în lunile mai–iulie şi se aplică, mai ales, în livezile tinere sau cu densitate mare şi au drept scop reducerea creşterii tulpinii şi a rădăcinilor (Taylor şi Ferree, 1984). Parnia ş.a. (1979) au precizat că ciupirea lăstarilor la 6–8 frunze reduce dimensiunea ramurilor la vişin şi asigură o creştere compactă.

Răspunsul pomilor la tăieri variază în funcţie de vigoarea pomilor, de raportul dintre organele vegetative şi reproductive, de rezerva de compuşi organici care pot fi utilizaţi pentru regenerare, de condiţiile de cultură şi de momentul de efectuare a tăierilor.

Tăierile influenţează în mod direct sau indirect procesele fiziologice din pomii şi arbuştii fructiferi. Astfel, înlăturarea vârfului ramurilor cu mugurii apicali şi frunzele tinere conduce la necesitatea reducerii balanţei hormonale dintre diferitele părţi ale plantei, în condiţiile modificării dominanţei apicale. Înlăturarea mugurilor apicali şi a frunzelor tinere care reprezintă situsurile de biosinteză a auxinelor modifică balanţa hormonală şi determină expresia unor gene

(Mika, 1986). Astfel, Mika ş.a. (1981) au constatat că tăierile determină intensificarea activităţii giberelinelor de 190 de ori, a citochininelor de 90 de ori şi a auxinei de aproximativ 60 de ori comparativ cu pomii netăiaţi. Valoarea maximă a activităţii s-a determinat la sfârşitul lunii mai pentru citochinine, la începutul lunii iunie pentru auxine şi la sfârşitul lunii iunie pentru gibereline (Mika, 1986). Se poate aprecia că citochininele sintetizate în rădăcinile pomilor sunt translocate spre organele aeriene, unde stimulează diviziunea celulară, transportul substanţelor prin floem, precum şi activitatea auxinei. Următorul maximum de activitate se constată în activitatea auxinei care stimulează procesul de extensie celulară.

Ca rezultat al modificării balanţei hormonale, se stimulează creşterea mugurilor laterali şi se induce ramificarea. Maggs (1965) consideră că răspunsul pomilor la tăieri constituie un mijloc de refacere a balanţei dintre părţile constitutive ale unui pom, respectiv dintre meristemele terminale şi laterale, balanţă ce a fost perturbată prin aplicarea tăierilor. Norton (1980) apreciază că după executarea tăierilor, pomii tind să refacă balanţa dintre organele aeriene şi cele subterane, iar Mika ş.a. (1983) au constatat că un număr mare de tăieri scurte stimulează mai mult creşterea noilor ramificaţii comparativ cu un număr mic de tăieri scurte.

Datorită inhibiţiei corelative dintre organele aeriene şi cele subterane, rădăcinile îşi reduc ritmul de creştere, iar asimilatele destinate a fi utilizate în acest proces sunt translocate spre noile zone de creştere.

Tăierile de iarnă reduc suprafaţa foliară la începutul sezonului de vegetaţie, dar ritmul rapid de creştere a lăstarilor şi frunzelor determină ca în final suprafaţa acestora să fie egală cu cea de la pomii netăiaţi (Mika ş.a., 1977). Tăierile de vară efectuate timpuriu stimulează reactivarea procesului de creştere a frunzelor, ceea ce compensează frunzele înlăturate prin tăiere (Taylor şi Ferree, 1981). Tăierile *în verde* efectuate tardiv nu mai pot asigura refacerea suprafeţei foliare (Mika ş.a., 1981).

Tăierile care se fac la speciile pomicole şi la arbuştii fructiferi nu determină numai activarea unor meristeme, ci modifică şi intensitatea procesului de fotosinteză, respiraţie, intensitatea transpiraţiei, sensul de transport al asimilatelor, acumularea substanţelor minerale şi a glucidelor, rezistenţa la îngheţ, diferenţierea mugurilor florali, calitatea fructelor şi evită periodicitatea în rodire.

Tăierile de iarnă asigură o mai bună penetrare a luminii spre frunzele din interiorul coroanei, sporind astfel cantitatea de radiaţii fotosintetic active recepţionate de frunze (Jackson, 1980). Cercetările efectuate de Zelev (1977) au precizat că tăierile de iarnă determină creşterea conţinutului de clorofilă a frunzelor, stimulează procesul de fotosinteză (Mika, 1986) şi intensifică creşterea lăstarilor şi a frunzelor. Între aceste procese există o corelaţie: intensificarea procesului de creştere sporeşte cerinţele pentru fotosintetizare, ceea ce determină intensificarea procesului de fotosinteză. Aceşti factori au o acţiune indirectă, inhibitoare, asupra procesului de senescenţă a frunzelor.

Tăierile de vară induc reluarea mai tardivă a creşterii meristemelor laterale. Ca urmare, substanţele fotosintetizate se acumulează în frunze, inhibând procesul de fotosinteză. Ulterior, când procesul de creştere este reluat, intensitatea procesului de fotosinteză sporeşte (Mika şi Antoszewski, 1973).

Intensitatea procesului de respiraţie a frunzelor provenite de pe pomi tăiaţi în timpul iernii este mai mare comparativ cu cea a frunzelor provenite de pe pomii netăiaţi (Zelev, 1972). Activitatea metabolică mai intensă, respectiv intensitatea fotosintetică mărită la frunzele provenite de pe pomii tăiaţi, corelată cu inhibarea procesului de senescenţă, pot fi principalele cauze care menţin activitatea respiratorie ridicată.

Direcţia de translocare a asimilatelor se modifică în urma tăierii pomilor. Dacă anterior tăierii, translocarea asimilatelor era direcţionată preferenţial spre mugurii apicali, după tăieri, aceste substanţe sunt translocate spre meristemele laterale, care încep să crească.

Intensitatea procesului de transpiraţie poate fi influenţată prin efectuarea tăierilor la pomi. Reducerea temporară a suprafeţei foliare în urma tăierilor diminuează intensitatea procesului de transpiraţie. În condiţiile unui sistem radicular neafectat, se înregistrează un aport sporit de apă spre frunze şi fructe (Zelev, 1972), ceea ce determină acumularea acesteia în organele aeriene.

Tăierile *în verde* au determinat creşterea intensităţii procesului de transpiraţie a frunzelor de măr, datorită formării mai tardive a frunzelor, care au astfel un grad de maturitate mai puţin avansat.

Acumularea substanţelor minerale în frunze reprezintă un alt proces care este afectat de tăierile efectuate la pomi. Astfel, merele de soiul Mc Intosh, provenite de pe pomi la care s-au aplicat tăieri de iarnă, au avut un conţinut mai mare de azot, fosfor şi potasiu (Ibra-

hem-Ahmed ş.a., 1983), în timp ce conţinutul în calciu şi magneziu a fost mai scăzut. Ponderea redusă a calciului poate fi pusă pe seama dimensiunii mai mari a fructelor şi deci unei diluări a sucului celular, cât şi pe seama creşterii rapide a plantelor tăiate.

Tăierile de vară determină, după Perring şi Preston (1974), creşterea concentraţiei de calciu din fructe şi frunze şi scăderea celei de azot, fosfor şi potasiu. Rezultate similare au obţinut şi Mika ş.a. (1981).

Acumularea glucidelor solubile în organele vegetative este influenţată de tăieri şi de momentul efectuării acestora. Astfel, Grochowska ş.a. (1977) au constatat că pomii tăiaţi au un conţinut de glucide solubile mai mare în primele faze de creştere rapidă (mai–iunie) comparativ cu cei netăiaţi. Acumularea amidonului are loc mai tardiv, dar la sfârşitul lunii iunie, atât pomii tăiaţi, cât şi cei netăiaţi, au avut un conţinut similar de amidon.

În ceea ce priveşte influenţa tăierilor asupra acumulării glucidelor în fructe, sunt mai puţine date certe, deoarece acest proces este influenţat de numeroşi factori. Cu toate acestea, Mika (1986) a constatat că tăierile severe, prin efectul stimulator asupra fotosintezei, pot să determine creşterea conţinutului în glucide solubile din fructe şi să îmbunătăţească coloraţia acestora, prin expunerea mai bună la lumină.

Tăierile *în verde* pot induce însă diminuarea conţinutului în glucide solubile ale merelor, mai ales în cazul în care au fost înlăturate şi frunzele din apropierea fructului (Greene şi Lord, 1983).

Rezistenţa la îngheţurile din timpul iernii teoretic ar putea fi influenţată de aplicarea tăierilor prin acumularea glucidelor solubile, evitarea supraîncărcării pomilor cu rod, întârzierea senescenţei frunzelor, menţinerea metabolismului la un nivel mai ridicat, cu alte cuvinte, printr-o mai bună pregătire a pomilor pentru iernare. Mika (1986) menţionează că nivelul de acumulare a asimilatelor din timpul perioadei de vegetaţie nu poate avea efecte evidente asupra rezistenţei la îngheţ a pomilor. Rezultate similare a obţinut şi Way (1954). Sansavini (1967) însă a constatat leziuni provocate de îngheţ la merii, perii şi piersicii tăiaţi înaintea îngheţului din timpul iernii, iar Burke ş.a. (1975) au precizat că ţesuturile lezate prin tăiere, favorizează formarea cristalelor de gheaţă.

Mika (1986) apreciază că influenţa tăierilor din perioada de toamnă asupra rezistenţei la îngheţ a ţesuturilor variază în funcţie de

perioada în care au fost efectuate şi de cantitatea de lemn înlăturat şi în general reduc rezistenţa la îngheţ a pomilor.

Lezarea ţesuturilor în urma tăierii ramurilor are un efect negativ asupra plantelor prin faptul că constituie porţi de intrare pentru diferitele microorganisme patogene şi pentru cicatrizarea lor se consumă o parte din substanţele de rezervă. În condiţiile unor livezi cu o bună igienă fitosanitară, aceste răni se cicatrizează rapid. Mai întâi vasele conducătoare sunt obturate cu substanţe mucilaginoase, iar ulterior celulele de pe toată suprafaţa secţionată se suberifică.

Viteza de cicatrizare a secţiunilor variază în funcţie de anotimpul în care se execută lucrările de tăiere. Golisz (1971) a constatat că procesul de formare a calusului pe secţiunile ramurilor de vişin are loc după o lună, dacă tăierile au fost efectuate toamna şi după două luni, dacă s-au făcut primăvara. Umiditatea ridicată sau stropirile cu hormoni: citochinine sau auxine stimulează cicatrizarea secţiunilor (Blanco-Brana, 1982).

Formarea mugurilor florali este inhibată în cazul efectuării tăierilor în perioada de iarnă, datorită faptului că aceste tăieri stimulează creşterile vegetative, reducând suprafaţa foliară şi aprovizionarea cu asimilate a mugurilor.

Mika ş.a. (1981) au ajuns la concluzia că inhibarea formării mugurilor florali la pomii tăiaţi *în uscat* nu se datoreşte deficienţei în aprovizionarea cu asimilate, ci unei dereglări hormonale. Hormonii produşi de organele aeriene (auxine, gibereline) nu pot fi utilizaţi datorită numărului redus de meristeme. Acumularea acestor hormoni la pomii la care s-au efectuat tăieri *în uscat* previne formarea mugurilor florali şi determină înmugurirea tardivă, florile sunt mici, iar numărul lor în buchete este mai redus.

Tăierile *în verde* sau curbarea ramurilor are, după Mika (1969), un efect stimulator asupra aprovizionării mugurilor cu asimilate şi a formării mugurilor florali, ceea ce poate contribui la îmbunătăţirea calităţii fructelor. Aceasta se poate datora lipsei de concurenţă între creşterea lăstarilor şi diferenţierea mugurilor, în urma înlăturării unei părţi din vârfurile de creştere. Rezultatele referitoare la influenţa acestor tăieri asupra formării mugurilor florali sunt însă contradictorii.

Legarea fructelor este stimulată de tăierea pomilor, probabil ca urmare a unei mai bune aprovizionări a mugurilor florali cu asimilate, precum şi datorită acţiunii directe a hormonilor endogeni (Abbot, 1970).

Ciupirea lăstarilor în timpul verii are un efect similar, se reduce competiţia pentru asimilate dintre mugurii vegetativi şi cei florali, inhibând căderea acestora (Sansavini, 1969).

Încărcătura pomilor poate fi redusă prin executarea tăierilor şi, în general, tăierile *în uscat* reduc mai mult producţia comparativ cu tăierile *în verde*.

După opiniile lui Mika (1986), înlăturarea prin tăiere a 3–5 % din florile de măr şi păr şi 20–30 % din florile de cireş, asigură o producţie optimă. Reducerea numărului de flori este compensată parţial prin sporirea procentului de legare, uneori prin legarea mai multor fructe în inflorescenţă, precum şi prin creşterea dimensiunii fructelor.

Evitarea variaţiilor de încărcătură la pomii fructiferi prin executarea tăierilor de fructificare are şi o altă repercusiune importantă: se evită alternanţa în rodire.

Calitatea fructelor obţinute de pe pomii la care s-au efectuat tăieri de rodire este superioară celor provenite de pe pomii netăiaţi. Dimensiunea fructelor este mai mare, culoarea şi aroma este îmbunătăţită şi se acumulează o cantitate mai mare de glucide, ca urmare a iluminării măi bune a interiorului coroanei.

Tăierile severe *în uscat* pot avea însă un efect nefavorabil asupra calităţii fructelor. Acestea sunt supradimensionate, acumulează o cantitate mai mare de azot şi mai mică de calciu şi din această cauză sunt mai sensibile la apariţia dereglărilor fiziologice (pătare amară, brunificare internă de supramaturare etc.) şi au o capacitate mai redusă de păstrare.

Reducerea suprafeţei foliare în urma tăierilor *în verde* determină scăderea conţinutului fructelor în substanţă uscată solubilă, creşterea fermităţii, stimularea procesului de maturare, îmbunătăţirea colorăţiei, acumularea calciului în fructe şi reducerea sensibilităţii acestora la apariţia dereglărilor fiziologice (Lord ş.a., 1979).

Capitolul 4
Bazele fiziologice ale altoirii

Rădăcina cu unele organe aeriene ale pomilor fructiferi sunt utilizate ca portaltoi. Prin caracteristicile lor fiziologice legate de capacitatea de creştere şi de absorbţie a apei şi substanţelor minerale, portaltoii imprimă pomilor fructiferi însuşiri specifice legate de vigoare, precocitate, de cantitatea şi calitatea producţiei şi de capacitatea de păstrare a acesteia.

În cazul mărului, portaltoii M 27 şi M 9 imprimă o vigoare mică, în timp ce portaltoiul M 16 şi sălbatic conferă plantei o vigoare mare. S-a constatat însă că şi altoii, respectiv diferitele soiuri de mere, care au fost altoite pe acelaşi portaltoi, au imprimat acestuia creşteri diferite ale rădăcinii (Baldoni ş.a., 1992).

Indiferent de tipul de altoire, prinderea altoiului de portaltoi cuprinde următoarele etape: *adeziunea, diviziunea celulară, formarea plasmodesmelor* şi *refacerea inelului cambial.*

Iniţial s-a constatat că are loc *adeziunea* dintre celulele altoiului şi portaltoiului. Acest proces este nespecific şi se datoreşte producerii de substanţe pectice, a căror grosime creşte de 3 ori în 4 zile. Moore (1981) consideră că substanţele pectice se formează din acizii galacturonici sintetizaţi în complexul Golgi şi care au fost eliminaţi la exteriorul plasmalemei prin exopinocitoză.

După realizarea adeziunii începe *diviziunea celulelor* din cambiu, ţesutul cortical şi epidermă, activitate care este mai intensă în altoi decât în portaltoi (Yeoman, 1984). După 48 de ore celulele nou-formate umplu spaţiul dintre altoi şi portaltoi, constituind parenchimul de cicatrizare (calus de cicatrizare). Acesta se formează numai în cazul în care altoiul este compatibil cu portaltoiul (Fujii şi Hito, 1972). Celulele calusului de cicatrizare sunt acoperite la exterior de un strat protector de gome şi un timp ele rămân individualizate. Aceste celule au pereţii subţiri, iar în partea apicală formează

noduli care conţin substanţe pectice. La locul de contact dintre aceşti noduli se formează lamela mediană, care reprezintă liantul dintre celule (Dawies şi Lewis, 1981). Ulterior, prin pereţii celulari se formează pori, prin care vor trece plasmodesmele.

Formarea plasmodesmelor are loc numai în cazul recunoaşterii dintre celulele altoiului şi portaltoiului, care se presupune că se poate realiza pe mai multe căi. Yeoman ş.a. (1978) consideră că recunoaşterea celulară şi moleculară se bazează pe existenţa unor mesageri chimici care pot fi: proteine, glicoproteine, glicolipide sau glicopeptide.

Yeoman şi Brown (1976) presupun existenţa unui sistem de recunoaştere între plasmalemele celulelor altoiului şi portaltoiului, aflate în contact direct, alcătuit din lectină ca mesager solubil şi glicoproteinele situate în plasmalemă. Ryan ş.a. (1981) presupun existenţa unui sistem informaţional hormonal, Mosse (1962) consideră că incompatibilitatea este determinată de un nivel prea coborât sau prea ridicat de hormoni de creştere, iar Shimomura şi Fuzihava (1977) au stimulat prinderea altoiului prin tratamente cu auxină.

Moore (1981) susţine că incompatibilitatea altoiului cu portaltoiul poate fi determinată de formarea în exces a ţesutului cicatrizant, care împiedică formarea legăturilor dintre elementele vasculare ale altoiului şi portaltoiului. Ulterior (Moore, 1984) s-a menţionat că formarea calusului nu este suficientă pentru existenţa compatibilităţii, iar factorii principali care asigură rediferenţierea celulară şi ataşarea altoiului de portaltoi sunt fluxul de auxină şi presiunea hidrostatică.

Salesses şi Alkai (1984) au constatat că în cazul altoirii piersicului pe mirobolan, recunoaşterea, respectiv compatibilitatea sau incompatibilitatea, este de tip fiziologic şi este determinată de prezenţa a două gene independente, denumite I 1 şi I 2. Toate soiurile care posedă două allele dominante I 1 şi I 2 sunt incompatibile cu portaltoiul mirobolan.

Alkai (1984) a constatat că incompatibilitatea dintre piersic şi portaltoiul CF 1869 se datoreşte frunzelor altoiului, care produc una sau mai multe substanţe, care sunt transportate până la nivelul portaltoiului, unde declanşează reacţia de incompatibilitate. Salesses şi Alkai (1984) consideră că genele I 1 şi I 2 sunt responsabile de sinteza acestor substanţe de către aparatul foliar al soiurilor incompatibile.

Herrero (1956) a constatat existenţa următoarelor modificări în cazul incompatibilităţii piersic–mirobolan:

- reducerea creşterii altoiului, ofilirea, îngălbenirea şi răsucirea frunzelor, la începutul sezonului de vegetaţie, după altoire;
- acumularea amidonului sub punctul de altoire;
- degenerarea vaselor liberiene, la nivelul punctului de altoire.

Moing ş.a. (1987), studiind aceeaşi incompatibilitate, au pus în evidenţă oprirea precoce a activităţii cambiului şi dereglarea diferenţierii acestui ţesut în zona de altoire. Transportul glucidelor prin vasele conducătoare este încetinit, fapt ce determină nutriţia necorespunzătoare a rădăcinilor şi reducerea creşterii acestora. Concomitent s-a constatat acumularea în celulele portaltoiului a prunazinei, care prin hidroliză enzimatică produce acid cianhidric şi aldehidă benzoică, substanţe toxice pentru celule. Moing ş.a. (1987) consideră că diferenţa dintre portaltoii compatibili şi incompatibili constă tocmai în capacitatea de detoxifiere rapidă sau de tolerare a acestor substanţe.

Odată recunoscută înrudirea dintre altoi şi portaltoi, ritmul de formare a calusului se reduce, acesta fiind un simptom al compatibilităţii (Yeoman ş.a., 1987). În continuare are loc refacerea inelului cambial prin formarea unei punţi plecând de la cambiul altoiului şi portaltoiului. Prin diviziunea cambiului se formează ţesut liberian nou, spre exterior şi ţesut lemnos spre interior, se diferenţiază vasele conducătoare, celulele medulare etc. Acest proces este stimulat de prezenţa mugurului de pe altoi, care este sediul biosintezei auxinei şi giberelinelor, care stimulează procesul de creştere. În cazul mărului, celulele cambiale se diferenţiază după 12–14 zile, iar diferenţierea ţesutului vascular se finalizează după 6 luni.

Carrera (1994) a studiat compatibilitatea la altoire a 25 de soiuri de păr cu portaltoiul gutui şi a clasificat unirea dintre soiuri în 5 tipuri:

A. linia de unire dintre altoi şi portaltoi este imperceptibilă sau uşor perceptibilă, unirea este perfectă;

B. linia de unire se observă clar, se atestă unele distorsionări ale lemnului şi o uşoară reducere funcţională a cambiului;

C. linia de unire prezintă discontinuităţi din cauza creşterii defectuoase a lemnului sau a funcţionării cambiului;

D. unirea dintre altoi şi portaltoi prezintă discontinuităţi care se găsesc în general în zona corticală;

E. uniri care se desprind uşor, din cauza numărului mare de discontinuităţi din ţesutul lemnos.

Tipurile de unire A şi B reflectă o compatibilitate bună la altoire, iar cele de tip C şi, mai ales, D se consideră incompatibile la altoire. Dintre cele 25 de soiuri de păr luate în studiu, doar 6 s-au dovedit a fi compatibile cu gutuiul: Abatele Fetel, Untoasa Hardy, Decana comisiei, Passa Crassana, Prezident Drouard şi Winter Nelis. Celelalte 19 soiuri prezintă un număr suficient de mare de uniri de tip D, pentru a fi considerate parţial compatibile sau lipsite de compatibilitate.

După Musacchi (1994), incompatibilitatea dintre altoi şi portaltoi poate fi de două tipuri:

- incompatibilitate care se caracterizează prin apariţia timpurie a alterărilor histologice şi care împiedică formarea cambiului;
- incompatibilitate care se manifestă în timp, la care alterările histologice sau biochimice par să fie independente de ataşarea altoiului de portaltoi.

Buchloh (1962) menţionează că succesul altoirii este determinat şi de modul cum se realizează lignificarea celulelor, proces ce asigură soliditatea unirii dintre altoi şi portaltoi. Lignina este o substanţă cu greutate moleculară mare, care se formează din coniferină şi siringină şi se depune pe suprafaţa pereţilor celulelor din zona de contact a altoiului cu portaltoiul. Grupările hidroxilice ale ligninei se pot lega covalent sau prin legături de hidrogen cu glucidele din pereţii celulari, respectiv cu moleculele de celuloză.

Substanţele fenolice existente la nivelul zonei de altoire au efecte diferite asupra acestui proces.

Acizii fenolici au un rol reglator asupra activităţii auxinei, prin intermediul auxin oxidazei. Monofenolii stimulează activitatea acestei enzime, reducând astfel rolul auxinei, în timp ce difenolii (acidul clorogenic) inhibă activitatea acestei enzime.

Acumularea pruninei (flavanonă) în floemul din partea superioară a punctului de altoire poate influenţa activitatea auxinoxidazei, constituind un indicator pentru incompatibilitatea la altoire (Treutter şi Feucht, 1988).

Cumarina stimulează oxidarea auxinei şi acumularea acestei substanţe în zona de altoire poate să determine incompatibilitatea altoiului cu portaltoiul.

Catechinele sunt protectori naturali ai auxinelor, care, la rândul lor, reglează sinteza ligninelor care asigură soliditatea prinderii altoiului de portaltoi.

Peroxidazele catalizează biodegradarea apei oxigenate folosind oxigenul rezultat pentru oxidarea substanţelor fenolice, polimerizarea acestora şi formarea lignineloг.

Glucozizii cianogenetici, produşi de unii portaltoi ca: gutuiul sau migdalul, sunt transportaţi la altoi, unde sunt descompuşi enzimatic în prezenţa β-glucozidazei, cu punerea în libertate a glucozei, aldehidei benzoice şi a acidului cianhidric. Acest ultim compus este toxic pentru celule şi poate determina dezorganizarea activităţii cambiale şi incompatibilitatea la altoire (Gur ş.a., 1968). O astfel de incompatibilitate s-a constatat în cazul combinaţiei păr/ gutui şi piersic/migdal.

Reuşita altoirii nu este determinată numai de compatibilitatea dintre altoi şi portaltoi, ci şi de respectarea polarităţii organelor, a perioadei optime de altoire şi de factorii ambianţi. De exemplu, temperatura optimă pentru altoire variază între 12 şi 32 °C, în funcţie de specie.

Perioada optimă pentru altoire este dependentă de faza de vegetaţie. Aceasta corespunde cu perioada de creştere, când diviziunea cambiului este rapidă, circulaţia sevei prin vasele conducătoare este intensă, iar ţesutul cortical se desprinde uşor pentru a fixa altoiul. Astfel, în funcţie de tipul de altoire, perioada optimă pentru aceasta variază astfel:

- altoirea cu mugur dormind se face la sfârşitul verii şi toamna;
- altoirea cu mugur crescând se face la sfârşitul primăverii;
- altoirea în despicătură se face la sfârşitul iernii;
- altoirea terminală, sub coajă, se face după pornirea în vegetaţie.

Capitolul 5
Caracterizarea morfofiziologică a frunzelor pomilor, arbuştilor şi plantelor ierboase fructifere

Frunzele reprezintă principalul organ în care se desfăşoară procesele de fotosinteză şi transpiraţie, dar sunt implicate în numeroase alte procese ca: reducerea nitraţilor, depozitarea substanţelor minerale, ascensiunea sevei brute, depozitarea tempo rară a unor compuşi organici etc.

5.1. Formarea frunzelor şi caracterizarea lor din punct de vedere morfologic

Frunzele se formează în urma activităţii meristemului apical, situat la capătul ramificaţiilor coroanei. Secţionarea şi colorarea ţesutului meristematic cu verde de pironină permite evidenţierea a două zone distincte: o zonă cromofobă centrală, care asigură creşterea în lungime a ramurilor şi o zonă cromofilă laterală, reprezentând inelul iniţial, din care se formează frunzele (Monet, 1980).

Inelul iniţial din meristemul apical al piersicilor are două centre generatoare care funcţionează alternativ, formând primordii foliare, care se dispun sub forma a două spirale. Plastocronul reprezintă durata dintre apariţia a două primordii succesive şi este de 7 zile, în cazul soiului de măr Cox Orange Pippin (Fulfold, 1966). În perioada de formare a mugurilor când activitatea meristematică este intensă, durata plastocronului este de 2,5–3,0 zile (Baldini, 1986).

Meristemul apical şi primordiile foliare împreună cu axa scurtă pe care sunt situate şi cu frunzele exterioare protectoare (catafile) alcătuiesc un mugur. La baza primordiilor foliare se găsesc mugurii, care în anul următor vor forma frunze şi flori (*Fig. 5.1.*). Primăvara,

după dezmugurit, meristemul apical asigură creşterea lăstarului, iar din meristemele foliare se formează frunzele. Fiecare frunză este fixată la un nod, iar prin creşterea internodului se realizează distanţa caracteristică dintre noduri.

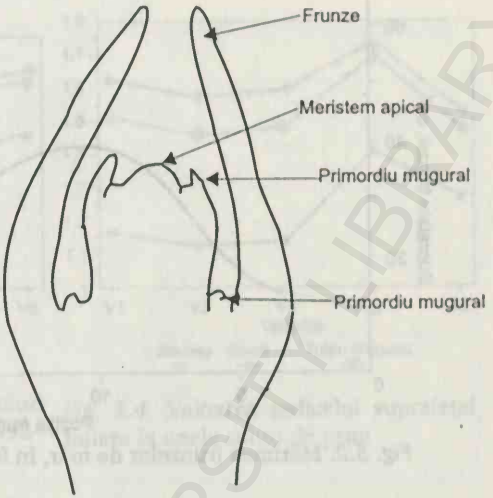


Fig. 5.1. Schema unui mugur apical

Diferenţierea celulelor din primordiile foliare are loc pe măsura alungirii apexului. Treptat primordiile se alungesc, iar la baza lor se formează două prelungiri mici, care reprezintă primordiile stipelelor. În această fază frunzele sunt pliate în lungul nervurii principale. Creşterea lor se realizează prin diviziunea celulelor din meristemul situat pe marginea limbului, denumit *meristem lateral*. În cea de a doua fază a creşterii, frunzele se depliază şi îşi măresc suprafaţa, ca urmare a extensiei celulare.

Dorffling (1984) menţionează că giberelinele sintetizate atât în rădăcini, cât şi în frunze, precum şi citochininele sintetizate în rădăcini, au un efect marcant asupra creşterii mezofilului foliar. Auxinele sintetizate în frunzele tinere se pare că au rol numai în creşterea nervurilor şi în extensia celulară.

Dinamica creşterii frunzelor poate fi reprezentată grafic sub forma unei curbe sigmoide (Kennedy şi Johnson, 1989). Creşterea este lentă în primele 30 de zile după dezmugurit, este intensă în următoarele 40 de zile şi scade în intensitate până la încetarea completă, după circa 90 de zile de la dezmugurit. În cazul frunzelor de măr, creşterea este intensă în primele 60 de zile după dezmugurit, după care intensitatea acestui proces scade până la încetarea completă (Cain, 1973; Chalmers ş.a., 1983).

Suprafaţa frunzelor variază în funcţie de poziţia pe lăstar. Astfel, primele frunze formate, aflate la baza lăstarilor de măr, au dimensiunile mai mici, având suprafaţa de 10–20 cm^2. Cea mai mare suprafaţă s-a constatat la frunzele de la nodurile 9–10 (35–40 cm^2), iar frunzele tinere aflate în vârful lăstarului îşi încetează creşterea înainte de rea-

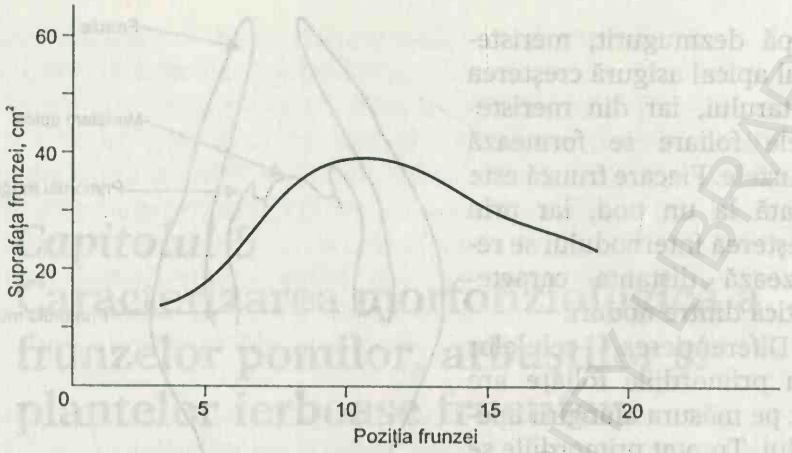


Fig. 5.2. Mărimea frunzelor de măr, în funcţie de poziţia lor pe lăstar

lizarea dimensiunilor normale, suprafaţa acestora variind între 20 şi 25 cm^2 (*Fig. 5.2.*). Dimensiunile mai mici ale frunzelor situate în vârful lăstarului se pot datora şi volumului mai mic al spaţiilor intercelulare (Cowart, 1931).

Temperatura optimă pentru creşterea frunzelor variază în funcţie de specie între 20 şi 30 °C.

Frunzele pomilor şi arbuştilor fructiferi pot fi clasificate în funcţie de caracteristicile lor morfologice astfel:

- frunze simple
  - cu limbul întreg: măr, păr, gutui, prun, piersic, migdal, cireş, vişin, alun şi castan;
  - cu limbul lobat: smochin, coacăz, agriş;
- frunze compuse
  - palmat compuse: căpşun, frag;
  - imparipenat compuse: nuc, zmeur, mur.

Frunzele sunt ataşate de ramuri printr-o teacă şi un peţiol relativ scurt la piersic şi lung la nuc.

Limbul foliar are o formă ce variază în funcţie de specie: ovată la cais, eliptică la prun şi cireş, lanceolată la piersic sau palmată la coacăzul negru.

În secţiunea transversală prin limbul foliar se observă epiderma superioară acoperită de cuticulă, parenchimul palisadic bogat, în cloroplaste şi parenchimul lacunar, situat la partea abaxială a limbului şi care este acoperit de epiderma inferioară.

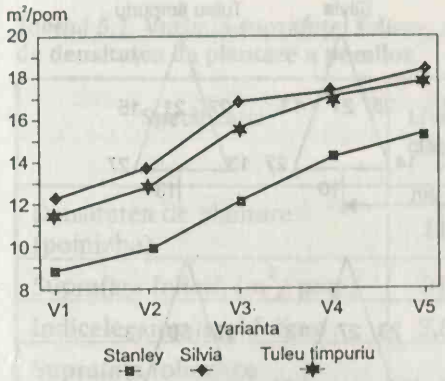


Fig. 5.3. Suprafaţa foliară la unele soiuri de prun (m^2/pom), date medii 1992–1994

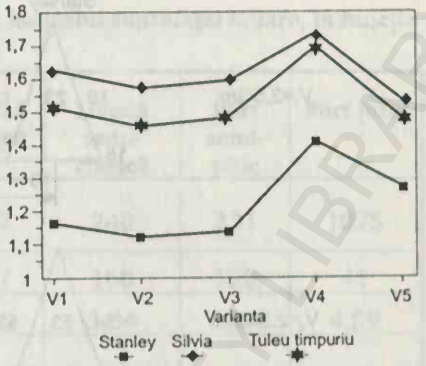


Fig. 5.4. Valoarea indicelui suprafeţei foliare la unele soiuri de prun

Ritmul de creştere al frunzelor este rapid şi variază în funcţie de specie şi de poziţia pe plantă. În cazul merilor, frunzele de pe pinteni cresc mai repede decât cele de pe lăstari. Astfel, frunzele de pe pinteni ajung la dimensiunea maximă în aproximativ 30 de zile, iar cele de pe lăstari în 60 de zile. Frunzele de piersic cresc timp de aproximativ 90 de zile.

Suprafaţa foliară a pomilor variază în funcţie de specie, soi şi distanţa de plantare, putând varia în cazul prunului între 9 şi 18 m^2/pom (*Fig. 5.3.*). Cea mai mare suprafaţă foliară a fost determinată la soiul Silvia, plantat la distanţa de 3×4 m (Hoza, 1995).

Indicele suprafeţei foliare (LAI) reprezintă raportul dintre suprafaţa totală a frunzelor unui pom şi suprafaţa proiecţiei coroanei. Valoarea acestui indice variază între 1 şi 10, în funcţie de specie, soi, portaltoi, tăieri, fertilizare etc. Astfel, în cazul mărului, indicele suprafeţei foliare variază între 1,5 şi 5,0, iar la piersic ajunge la valori cuprinse între 7 şi 10 (Faust, 1989). În cazul prunului provenit dintr-o cultură intensivă, Hoza (1995) a determinat valori ale indicelui suprafeţei foliare cuprinse între 1,2 şi 1,7. Cele mai mici valori au fost determinate la soiul Stanley plantat la distanţa de 2,5 × 3,5 m şi cele mai mari la soiul Silvia plantat la 2,5 × 4,0 m (*Fig. 5.4.*).

Între indicele suprafeţei foliare şi lumina interceptată de către frunze este o corelaţie directă, intensitatea radiaţiilor fotosintetic active interceptate de frunze fiind funcţie logaritmică a indicelui suprafeţei foliare.

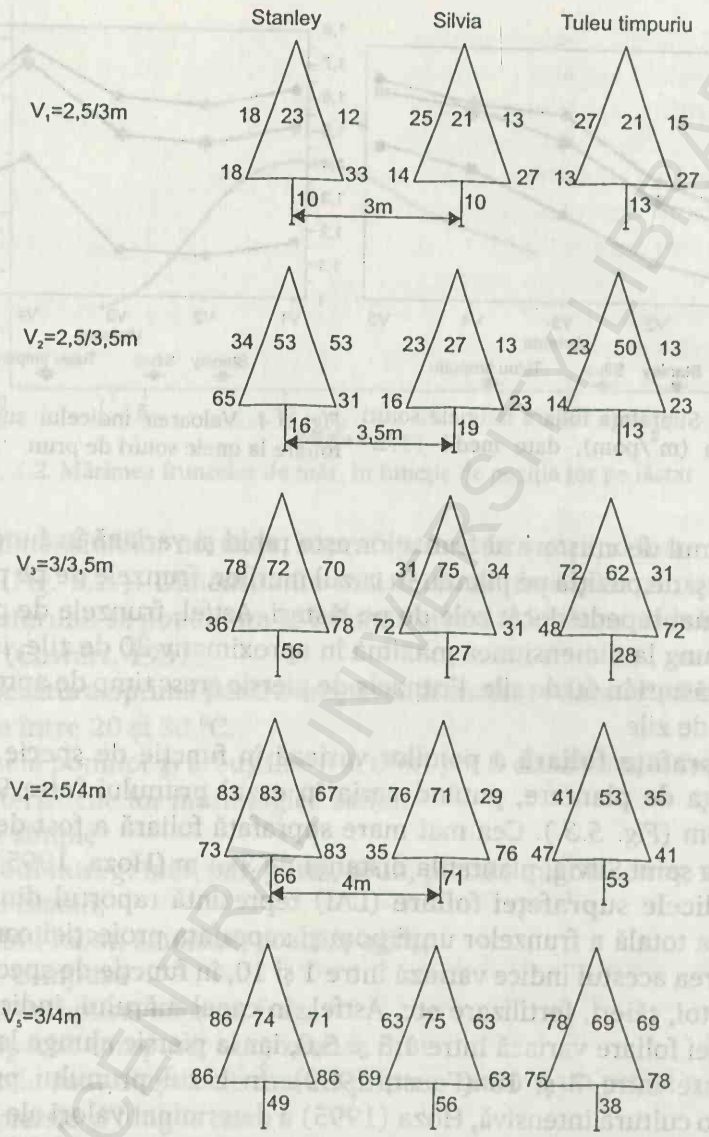


Fig. 5.5. Cantitatea de lumină interceptată de coroana unui prun

Frunzele recepţionează atât radiaţia solară incidentă, cât şi cea difuză, pigmenţii fotosintetizanţi reţinând mai intens radiaţiile albastre (400–540 nm) şi pe cele roşii (600–700 nm), în timp ce radiaţiile verzi penetrează prin frunze sau sunt reflectate. Transmisia prin frunzele de măr a radiaţiilor spectrului vizibil variază între 3,5 şi

Tabelul 5.1. **Variaţia suprafeţei foliare, a indicelui suprafeţei foliare, în funcţie de densitatea de plantare a pomilor**

Specificaţia	Livadă clasică	Livadă semi-clasică	Port semi-pitic	Port pitic
Densitatea de plantare (pomi/ha)	117	240	331	1075
Suprafaţa foliară (m^2/ pom)	317	160	128	41
Indicele suprafeţei foliare	3,80	3,84	4,24	4,59
Suprafaţa foliară ce recepţionează mai mult de 30 % din radiaţia solară/pom (%/pom)	76,9	81,9	87,7	92,3

7,0 % în luna mai (Palmer, 1977), iar radiaţiile reflectate variază între 10 şi 11 % în luna mai (Chalmers ş.a., 1983).

Frunzele iluminate corespunzător au cloroplaste cu grane mici, care îşi sporesc dimensiunile în cazul când frunzele sunt umbrite (Skene, 1974).

Cantitatea de radiaţii luminoase recepţionate de frunzele pomilor este dependentă de orientarea rândurilor (Gyuro, 1974) şi de distanţa de plantare a pomilor (Sansavini, 1982). Hoza (1995) a constatat în cazul prunilor că lumina interceptată de coroană, măsurată la înălţimea de 1,8 m, este direct proporţională cu distanţa de plantare, cea mai bună iluminare înregistrându-se la pomii plantaţi la distanţa de 3 × 4 m (*Fig. 5.5.*).

Între densitatea de plantare a pomilor, suprafaţa foliară, indicele suprafeţei foliare şi cantitatea de radiaţii fotosintetic active recepţionate există o corelaţie, după cum rezultă din datele obţinute de Heinicke (1963), prezentate în *tabelul 5.1.*

5.2. Procesul de fotosinteză

Fotosinteza reprezintă procesul în care se produc compuşii organici primari, respectiv glucidele, care sunt utilizate pentru biosinteza tuturor substanţelor organice din plante. De Jong (1990) a constatat însă că între intensitatea fotosintezei nete şi acumularea substanţelor organice în organele pomilor şi arbuştilor fructiferi nu s-a putut stabili o corelaţie din cauza unghiului diferit de expunere a

frunzelor la lumină şi a distribuţiei neuniforme a luminii în interiorul coroanei.

Pomii, arbuştii şi plantele ierboase fructifere se caracterizează prin desfăşurarea tipului fotosintetic C_3. Intensitatea procesului de fotosinteză variază în funcţie de specie în următoarele limite:

11,0–34,9 mg $CO_2/dm^2/h$ la măr (Dozier şi Barden, 1971).

12,7–23,2 mg $CO_2/dm^2/h$ la piersic (Marini şi Marini, 1983).

23,4–38,0 mg $CO_2/dm^2/h$ la cireş (De Jong, 1983; Raper şi Kenedy, 1986).

20,5 mg $CO_2/dm^2/h$ la prun (De Jong, 1983).

După Gucci ş.a. (1990), intensitatea fotosintezei nete a principalelor specii pomicole variază în următoarele limite:

Cais	5,7–9,8	$\mu mol/m^2/s$
Cireş	10,2–11,7	„
Căpşun	13,6	„
Măr	11,0	„
Păr	11,2	„
Piersic	12,5–15,0	„
Prun	13,6–14,4	„

Andersen şi Brodbeck (1988) menţionează că intensitatea procesului de fotosinteză la frunzele de piersic variază între 8,0 şi 15,8 $\mu mol/m^2/s$.

După Williams ş.a. (1990), intensitatea procesului de fotosinteză la principalele specii pomicole variază astfel:

Cais	12,71 $\mu mol/m^2/s$	Nectarin	16,97 $\mu mol/m^2/s$
Cireş	11,20 “	Păr	12,87 “
Măr	14,37 “	Piersic	14,08 “
Migdal	23,10 “	Prun	13,87 “

De Jong (1983) a făcut următoarea clasificare a speciilor pomicole, în funcţie de intensitatea procesului de fotosinteză:

Migdal	1,88	nmol CO_2/cm^2 /s
Prun	1,48	“
Piersic	1,36	“
Cireş	1,32	“
Cais	0,60	“

Hoza (1995), studiind intensitatea procesului de fotosinteză la prun, a constatat că acesta variază în funcţie de soi. Astfel, a constatat că soiul Stanley are intensitatea acestui proces mai mare comparativ cu soiurile Silvia şi Tuleu timpuriu.

Tabelul 5.2. **Intensitatea procesului de fotosinteză la frunzele de prun**

Poziţia frunzei	Intensitatea fotosintezei $\mu mol/CO_2/m^2/s$
Frunză tânără	3,36
Frunză de la mijlocul lăstarului	7,14
Frunză din buchet, cu fructe	14,15
Frunză din buchet fără fructe	11,92
Frunză umbrită din apropierea fructelor	6,92

Gucci şi Crappadelli (1989) au precizat că intensitatea procesului de fotosinteză variază şi în funcţie de radiaţiile luminoase recepţionate de frunze, care sunt dependente de poziţia frunzei în coroana pomului. Frunzele umbrite sunt mai subţiri faţă de cele iluminate, ajung la saturaţie la niveluri scăzute de intensitate luminoasă, au un punct de compensare la lumină scăzut şi o eficienţă fotosintetică redusă, la intensităţi luminoase mari.

Intensitatea maximă fotosintetică determinată de Gaudillere şi Moing (1992), la piersic, a fost de 12,1 $\mu mol\ CO_2/m^2/s$ la frunzele umbrite şi de 18,2 $\mu mol\ CO_2/m^2/s$, la cele însorite. Bigami ş.a.(1994) au constatat că intensitatea procesului de fotosinteză este mai mare la frunzele situate la exteriorul coroanei piersicilor (10,06 $mmol/m^2/s$) şi mai mică la cele situate la interiorul coroanei (9,5 $mmol/m^2/s$), iar Corelli şi Sansavini (1989) au precizat că intensitatea acestui proces este mai mare în cazul frunzelor de măr situate la înălţimea de 1,8 m comparativ cu cele situate la 1,0 m de sol.

Cercetările efectuate de Hoza (1995) la prun, soiul Stanley, au condus la concluzii similare: intensitatea fotosintezei a variat în funcţie de poziţia frunzei în coroană şi de gradul de iluminare (*tabelul 5.2.*).

Fotosinteza netă a frunzelor de pe pinteni variază, după Rom (1992), între 7 şi 15 $mg\ CO_2/dm^2/oră$ şi este semnificativ mai mică comparativ cu a celor de pe lăstari, în cazul merilor din soiul Golden Delicious. Frunzele de pe pinteni sunt primele care se formează şi reprezintă ponderea până la câteva săptămâni după înflorit. Din această cauză au o importanţă deosebită în nutriţia pomilor, în primele etape ale perioadei de vegetaţie. Înlăturarea timpurie a acestora reduce procentul de fructe legate, diminuează ritmul de creştere şi conţinutul lor în calciu.

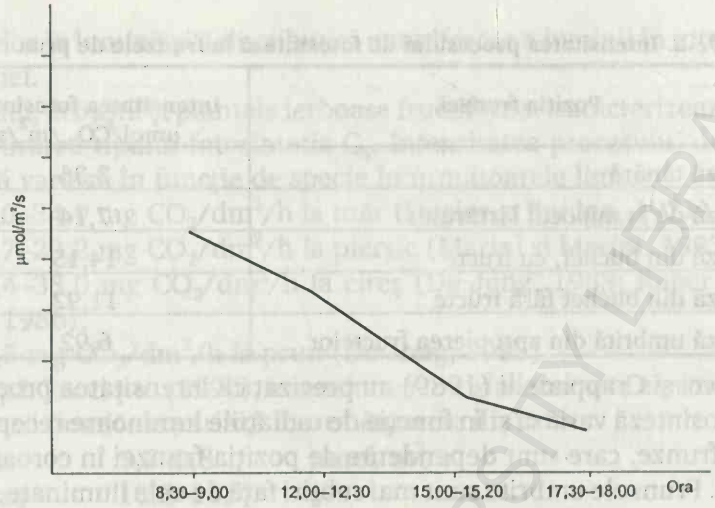


Fig. 5.6. Dinamica zilnică a fotosintezei la piersic cultivat în condiţii standard (Copellini şi Dettori)

Faust (1989) menţionează că la unele specii de pomi fructiferi s-a constatat existenţa unei variaţii diurne a intensităţii fotosintezei. Valoarea maximă a intensităţii acestui proces s-a înregistrat dimineaţa, iar pe parcursul zilei s-a atestat o diminuare a acesteia, determinată, mai ales, de scăderea potenţialului hidric, de temperatura ridicată şi de închiderea stomatelor.

Hoza (1995) a constatat că valoarea medie a intensităţii procesului de fotosinteză la prun a prezentat un maximum la ora 9 (20,25 µmol $CO_2/m^2/s$), a scăzut până la 7,72 µmol/m^2/s la ora 13, iar la ora 17 a ajuns la valoarea de 6,14 µmol $CO_2/m^2/s$.

Cappellini ş.a. (1992) au relevat că intensitatea procesului de fotosinteză scade pe parcursul zilei în frunzele piersicilor din genotipul standard, în timp ce la piersicii semipitici s-a constatat scăderea intensităţii acestui proces doar după ora 12 (*Fig. 5.6.*). Crews ş.a. (1975) au constatat la aceeaşi specie că intensitatea procesului de fotosinteză are un maximum în primele ore de iluminare a frunzelor (10 mg $CO_2/dm^2/h$), rămâne constantă pe toată perioada de iluminare a frunzelor şi scade o dată cu instalarea întunericului (*Fig. 5.7.*). În cazul merilor însă, Landsberg ş.a. (1975) au constatat o uşoară scădere a intensităţii fotosintezei la mijlocul zilei.

Cercetările efectuate de Sams şi Flore (1982), pe parcursul perioadei de vegetaţie a pomilor, au evidenţiat o dinamică sezonieră, carac-

terizată prin: intensificarea procesului de fotosinteză o dată cu creşterea frunzelor, realizarea unui maximum, care este urmat de scăderea intensităţii acestui proces o dată cu trecerea la faza de senescenţă. Slack (1974) consideră că intensitatea fotosintetică mai mică a frunzelor tinere se datoreşte faptului că stomatele sunt imature. Acestea ajung la maturitate numai după aproximativ 6 săptămâni de la apariţia frunzelor.

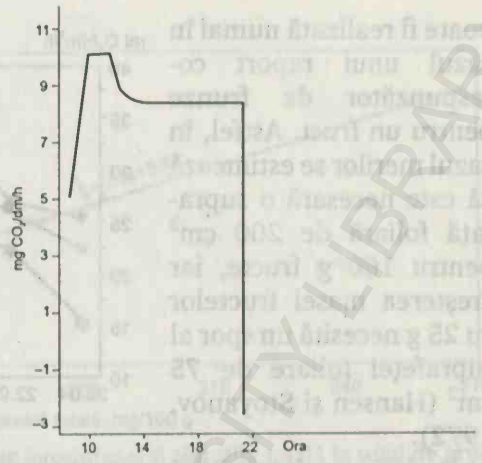


Fig. 5.7. Dinamica zilnică a fotosintezei la piersic (Crews ş.a., 1975)

Cappellini şi Dettori (1992) au constatat că în cazul frunzelor de piersic, maximumul fotosintetic se realizează la sfârşitul lunii aprilie şi durează până în primele zile ale lunii iulie. În cazul mărului, intensitatea maximă fotosintetică a fost determinată în faza de înflorire deplină (20,0–20,6 mg $CO_2/dm^2/h$) şi scade la 3,8–4,4 mg $CO_2/dm^2/h$, după 100 zile de la căderea petalelor (Rom şi Ferree, 1986). Andersen şi Brodbeck (1988) au constatat că, în cazul piersicului, intensitatea maximă fotosintetică s-a atestat la frunzele recent crescute şi a scăzut treptat după atingerea dimensiunilor maxime. Maximumul fotosintetic corespunde cu cea mai mare eficienţă a utilizării apei, respectiv cu cea mai mare valoare a raportului fotosinteză/transpiraţie (1,5–3,5 μmol/mmol). În cazul prunului, Hoza (1995) a determinat că maximumul fotosintetic se realizează în lunile iunie–iulie (*Fig. 5.8.*).

Determinările efectuate la frunzele de pe acelaşi lăstar au evidenţiat că intensitatea procesului de fotosinteză este mai mică la frunzele din vârful lăstarului (– 0,6 μmol $O_2/m^2/s$). Cea mai mare intensitate fotosintetică a fost determinată la frunza a 5-a (7,93 μmol $O_2/dm^2/s$), pentru ca intensitatea acestui proces să scadă până la 3,66 μmol/$CO_2/dm^2/s$, la frunza bazală cu maturitatea mai avansată.

Productivitatea fotosintezei exprimată în kilograme substanţă uscată, raportată la unitatea de suprafaţă foliară (1 m^2), variază în funcţie de specie între 1,07 kg/m^2 la măr (Proctor ş.a., 1976) şi 0,33 kg/m^2 la piersic (Miller, 1986). Productivitatea fotosintetică maximă

poate fi realizată numai în cazul unui raport corespunzător de frunze pentru un fruct. Astfel, în cazul merilor se estimează că este necesară o suprafaţă foliară de 200 cm^2 pentru 100 g fructe, iar creşterea masei fructelor cu 25 g necesită un spor al suprafeţei foliare de 75 cm^2 (Hansen şi Stoyanov, 1972).

Variaţia intensităţii procesului de fotosinteză este influenţată semnificativ de factori interni şi externi.

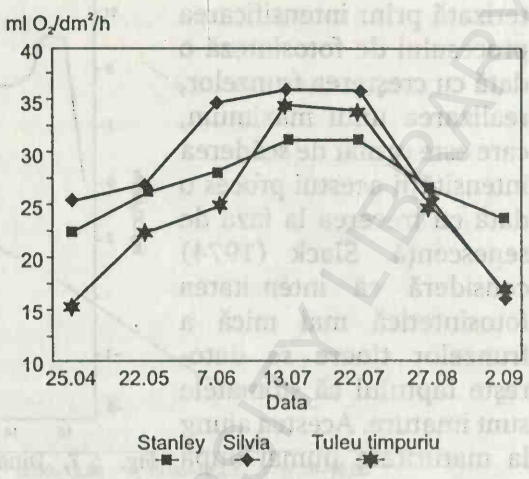


Fig. 5.8. Dinamica intensităţii procesului de fotosinteză în funcţie de faza de vegetaţie

Conţinutul în clorofilă al frunzelor şi intensitatea procesului de fotosinteză nu au fost corelate în toate cazurile. Cappellini ş.a. (1992) au constatat o corelaţie pozitivă între conţinutul în clorofilă *b* al frunzelor de piersic şi intensitatea procesului de fotosinteză a frunzelor din această specie. Rezultate similare a obţinut şi Hoza (1995), care a constatat la prun, soiul Stanley, o corelaţie pozitivă pronunţată (r=0,84), în cazul acestor doi parametri. La soiurile Silvia şi Tuleu gras, coeficienţii de corelaţie au avut valori mai mici: 0,51, respectiv 0,78 (*Fig. 5.9.*).

Portaltoiul are, după Lain şi Pitacco (1992), o influenţă deosebită asupra intensităţii procesului de fotosinteză, determinând în unele cazuri dublarea acesteia. Astfel, în cazul merilor Red spur, altoiţi pe M 27, s-a determinat o intensitate a fotosintezei nete de 6 $\mu mol/cm^2/s$, iar la acelaşi soi altoit pe M 7, asimilaţia netă a fost de 15 $\mu mol/cm^2/s$.

Gaudillere ş.a. (1991) au precizat că intensitatea fotosintezei este influenţată şi de **cerinţele pentru asimilate** ale plantei şi în cazul portaltoiloi viguroşi, intensitatea acestui proces este mărită.

Intensitatea radiaţiilor luminoase reprezintă un factor limitativ pentru procesul de fotosinteză. Drahoard (1988) expunând plantele la intensităţi luminoase diferite, a constatat că fotosinteza creşte pro-

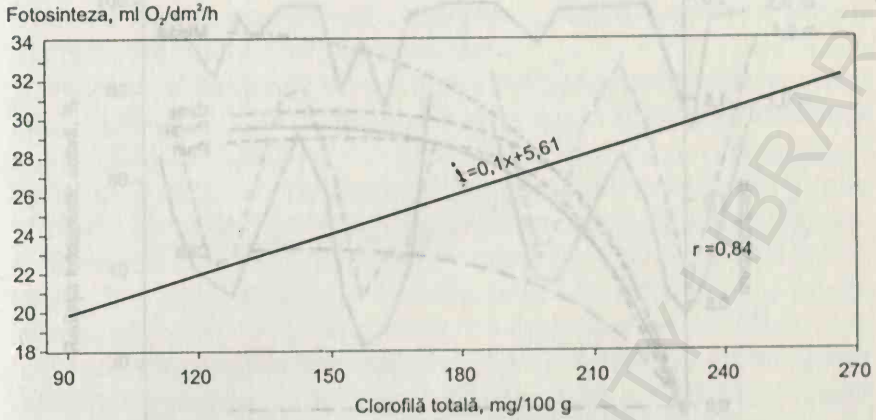


Fig. 5.9. Corelaţia dintre intensitatea fotosintezei şi clorofila totală la soiul de prun Stanley

porţional cu lumina, atingând valori de 2,7 g $CO_2/m^2/h$ la o intensitate luminoasă de 86 W/m^2, faţă de 1,3 g $CO_2/m^2/h$ la 28 W/m^2.

De Jong (1983) a determinat variaţia intensităţii procesului de fotosinteză la 5 specii pomicole, în funcţie de intensitatea fluxului fotosintetic de fotoni. La o densitate coborâtă a fluxului fotosintetic de fotoni răspunsul fotosintetic al celor 5 specii a fost similar (*Fig. 5.10.*). La valori apropiate de punctul de saturaţie pentru lumină, intensitatea procesului de fotosinteză a celor 5 specii se diferenţiază, înregistrându-se intensităţi scăzute ale acestui proces la cais şi mari la migdal. Punctul de compensare pentru lumină variază între 400 $\mu Es/m^2/s$ la cais şi aproximativ 800 $\mu Es/m^2/s$ la migdal.

Intensitatea radiaţiei fotosintetic active (PAR) reprezintă alt factor limitativ al procesului de fotosinteză. Scăderea intensităţii radiaţiei fotosintetic active cu 20 %, 50 % şi 75 % a fost corelată cu scăderea corespunzătoare a intensităţii fotosintezei, coeficientul de corelaţie variind între 0,90 şi 0,91 (Cappellini ş.a., 1992).

După Gaudillere şi Moing (1992), limita de saturaţie pentru radiaţiile luminoase este de 900 $\mu mol/m^2/s$, pentru plantele heliofile şi 300 $\mu mol/m^2/s$ — pentru cele ombrofile. Limitele variază în funcţie de specie între 700 şi 800 $\mu mol/m^2/s$ pentru cele mai multe specii pomicole (De Jong, 1983). În cazul cireşilor, Roper şi Kennedy (1986) au stabilit că punctul de saturaţie pentru lumină este de 500 $\mu mol/m^2/s$, la temperatura optimă de 19–25 °C (18,5 k lx=1 $\mu Es/m^2/s = 6{,}020 \times 10^{17}$ fotoni/m^2/s).

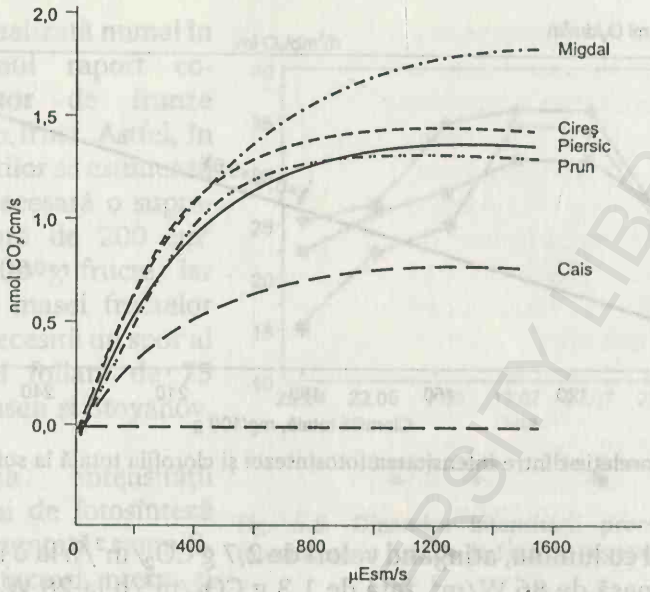


Fig. 5.10. Relaţia dintre fotosinteză şi densitatea fluxului de radiaţii fotosintetice la 5 specii de pomi (De Jong,1983)

Limita optimă a intensităţii luminoase pentru desfăşurarea procesului de fotosinteză este de $9,5 \times 10^3$ ergi/cm^2/s, pentru piersic şi nu diferă mult faţă de celelalte specii de pomi fructiferi (Monet, 1983).

Modificarea intensităţii radiaţiei fotosintetic active determină după 5–15 secunde schimbări ale intensităţii fotosintezei active (Lasko şi Barner, 1978).

Recepţia radiaţiei fotosintetic active de către frunzele pomilor şi arbuştilor fructiferi este dependentă de înălţimea acestora, de distanţa de plantare, de poziţia frunzelor în coroană şi de forma coroanei. Astfel, Jackson (1970) a constatat că în cazul unui măr din soiul Cox Orange Pippin, cu înălţimea de 1 m, radiaţiile luminoase recepţionate de frunze scad de la zona apicală spre cea bazală cu 35 % la fiecare metru.

Frunzele din interiorul coroanei unui măr, soiul Mc Intosh recepţionează doar 15 % din radiaţiile luminoase care penetrează în interior (Lakso şi Musselman, 1976), intensitatea fotosintezei diminuând corespunzător.

Penetrarea radiaţiilor fotosintetic active (PAR) în interiorul coroanei piersicilor scade în corelaţie cu sporirea creşterilor vegetative. În general, intensitatea radiaţiilor fotosintetic active este mai mare la

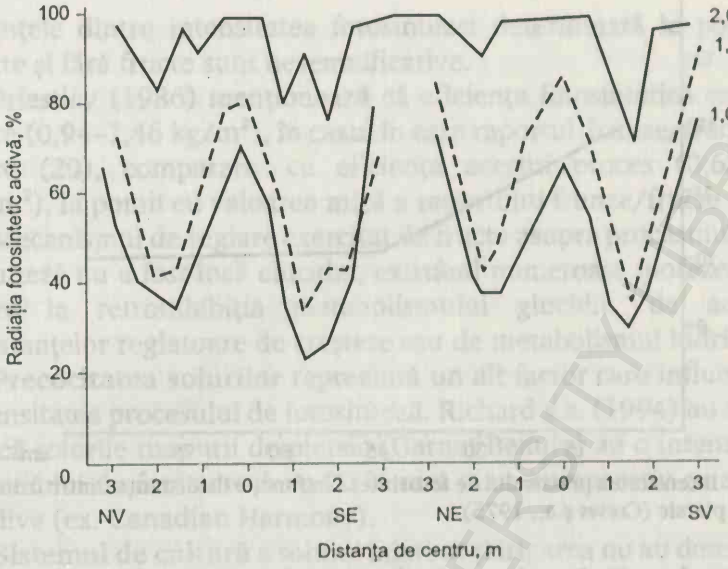


Fig. 5.11. Variația radiației fotosintetic active în coroana unui piersic (Marini și Marini, 1983)

marginea coroanei și în apropierea axului tulpinii și scade de la nivelurile superioare spre cele inferioare (Marini și Marini, 1983), după cum se poate vedea din *figura 5.11.* În corelație cu intensitatea radiației fotosintetic active, fotosinteza netă este mai mare la frunzele periferice, mai mică la cele cu poziție intermediară și are o valoare situată între aceste două extreme la frunzele din centrul coroanei.

Marini și Shade (1990) au umbrit frunzele de piersic, soiul Redhaven, realizând accesul a 100, 42, 23, 17 și 9 % din fluxul fotosintetic de fotoni. S-a constatat că scăderea intensității procesului de fotosinteză este corelată neliniar cu fluxul fotosintetic de fotoni, în timp ce scăderea greutății specifice este corelată pozitiv. După expunerea la radiațiile luminoase solare a frunzelor umbrite, intensitatea fotosintezei și greutatea specifică a frunzelor revin rapid la normal. Rezultate similare a obținut și Barden (1974), care a constatat că umbrirea frunzelor de măr în proporție de 80 % a diminuat intensitatea fotosintezei nete, a respirației și greutății specifice a frunzelor, comparativ cu valorile determinate la frunzele neumbrite.

Ferree ș.a. (1990) au constatat că frunzele situate pe partea de est a coroanei pomilor fructiferi au intensitatea fotosintezei nete mai mare comparativ cu cea a frunzelor de pe partea de vest, iar frunzele din zona apicală a pomului au fotosinteza netă mai mare ca a celor de

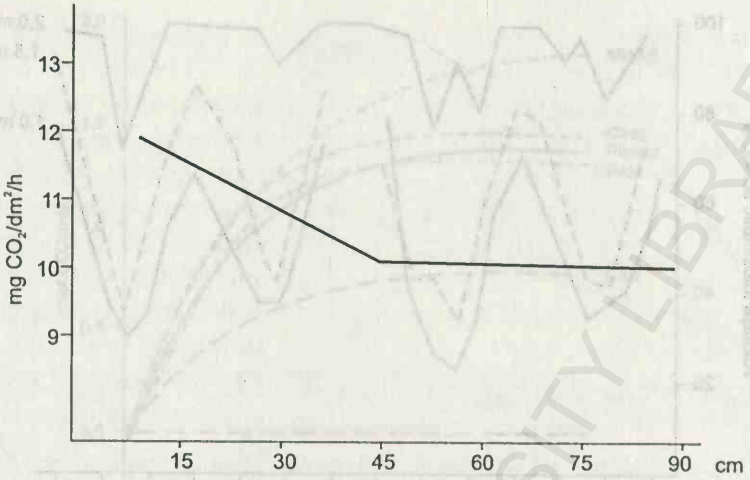


Fig. 5.12. Intensitatea procesului de fotosinteză în funcţie de distanţa dintre frunze şi fructe la piersic (Crews ş.a., 1975)

pe partea bazală. Rezultate similare au obţinut Corelli şi Sansavini (1989).

Prezenţa fructelor constituie un factor de stimulare a intensităţii procesului de fotosinteză. Xiloyannis ş.a. (1992) au constatat că intensitatea procesului de fotosinteză a frunzelor de piersic de pe pomii cu fructe a fost mai mare cu 20 % comparativ cu a celor provenite de pe pomii de pe care s-au îndepărtat fructele.

După Gucci şi Flore (1990), îndepărtarea prunelor în faza de întărire a sâmburelui determină scăderea intensităţii fotosintezei nete cu 25 % în 24 de ore, în timp ce îndepărtarea frunzelor în faza de maturitate a fructelor nu afectează fotosinteza.

Determinările efectuate de Crews ş.a. (1975), la piersic, au dovedit că frunzele situate până la o distanţă de 45 cm faţă de fructe au o activitate fotosintetică mai mare comparativ cu celelalte frunze (*Fig. 5.12.*).

Prezenţa fructelor a avut efect pozitiv şi asupra frunzelor de măr (Fuju şi Kennedy, 1985), piersic (Chalmers ş.a., 1975), cireş (Samo şi Flore, 1983) şi la unele soiuri de căpşun (Flore şi Gucci, 1988). Flore şi Gucci (1988) au determinat la cireş o intensitate fotosintetică mai mare (17,0 μmol CO_2/m^2/s) când raportul frunze/fructe a fost scăzut (1,0) şi o intensitate fotosintetică mică (6,1 μmol CO_2/dm^2/s), când raportul frunze/fructe a fost mai mare (4,0). În schimb, Rom şi Ferree (1986) au precizat că în cazul soiului de măr Golden Delicious, di-

ferenţele dintre intensitatea fotosintezei determinată la pomii cu fructe şi fără fructe sunt nesemnificative.

Priestley (1986) menţionează că eficienţa fotosintetică este mai mare (0,94–1,46 kg/m^2), în cazul în care raportul frunze/fructe este mare (20), comparativ cu eficienţa acestui proces (0,63–0,94 kg/m^2), la pomii cu valoarea mică a raportului frunze/fructe (3,0).

Mecanismul de reglare exercitat de fructe asupra procesului de fotosinteză nu a fost încă elucidat, existând numeroase ipoteze referitoare la retroinhibiţia metabolismului glucidic, de acţiunea substanţelor reglatoare de creştere sau de metabolismul hidric.

Precocitatea soiurilor reprezintă un alt factor care influenţează intensitatea procesului de fotosinteză. Richard ş.a. (1994) au constatat că soiurile timpurii de piersic (Garnet Beauty) au o intensitate a procesului de fotosinteză cu 20 % mai mare comparativ cu soiurile tardive (ex. Canadian Harmony).

Sistemul de cultură a solului înierbat şi irigarea nu au determinat modificări evidente ale intensităţii procesului de fotosinteză, aşa după cum rezultă din cercetările efectuate de Richard ş.a. (1994). Autorii consideră că rădăcinile aflate în profunzimea solului au avut capacitatea de a absorbi suficientă apă pentru a compensa pe cea absorbită de ierburile din stratul superior al solului.

Conductibilitatea stomatelor şi a mezofilului foliar reglează schimbul de gaze dintre frunze şi mediul ambiant, determinând prin aceasta modificarea intensităţii fotosintezei. Determinările efectuate de Roper şi Kennedy (1986), la cireş, au precizat că valoarea conductibilităţii stomatelor este maximă în faza când indicele suprafeţei foliare variază între 10 şi 13.

În condiţii optime ale mediului înconjurător, conductibilitatea stomatelor şi a mezofilului este maximă la mijlocul dimineţii, când stomatele au deschiderea maximă şi scade în continuare ca urmare a diminuării gradului de deschidere a stomatelor sub influenţa temperaturii ridicate şi a umidităţii relative scăzute a aerului. Conductibilitatea mezofilului foliar variază în funcţie de specie între 0,09 cm/s la cais şi 0,18–0,25 cm/s la celelalte specii sâmburoase (Faust, 1989).

În condiţii de stres hidric, închiderea stomatelor determină creşterea rezistenţei stomatelor, scăderea conductibilităţii şi diminuarea intensităţii fotosintetice cu 28 % în cazul merilor (Lakso, 1986). În cazul piersicilor, stresul hidric scăzut determină reducerea intensităţii fotosintezei cu 34 %, ca urmare a scăderii conductibilităţii sto-

matelor, iar stresul puternic determină o reducere cu 57 % a intensităţii acestui proces (Tan şi Buttery, 1982).

Conductibilitatea mezofilului foliar pentru dioxidul de carbon constituie un alt factor limitativ pentru procesul de fotosinteză. Determinările efectuate de Gaudillere şi Moing (1992) au precizat că frunzele de piersic umbrite au avut o conductibilitate a mezofilului pentru dioxidul de carbon de 56,2 mmol $CO_2/m^2/s$. Frunzele însorite au avut conductibilitatea mezofilului foliar mult mai mare (92,7 mmol $CO_2/m^2/s$), care a fost corelată direct cu intensitatea procesului de fotosinteză.

După Jong (1983), mezofilul frunzelor de cais are valoarea conductibilităţii de 0,09 cm/s şi o intensitate a fotosintezei de 0,60 nmol $CO_2/cm^2/s$, în timp ce mezofilul frunzelor de migdal are conductibilitatea mai mare pentru dioxidul de carbon (0,25 cm/s) şi intensitatea mai mare a procesului de fotosinteză (1,88 nmol $CO_2/cm^2/s$).

Temperatura, alături de intensitatea radiaţiei solare, reprezintă principalul factor extern care influenţează procesul de fotosinteză. După Kliewer ş.a. (1972), intensitatea fotosintezei nete creşte proporţional cu temperatura până la 30 °C.

Temperatura optimă pentru desfăşurarea acestui proces variază în funcţie de specie în următoarele limite:

20–30 °C pentru păr
20–25 °C pentru citrice
30 °C pentru piersic.

Temperaturile mai mari de 35 °C afectează în mod negativ intensitatea procesului de fotosinteză, determinând diminuarea acesteia.

Concentraţia de oxigen scăzută (2 %) determină, după Gaudillere şi Moing (1992), scăderea intensităţii procesului de fotosinteză. În cazul frunzelor însorite, scăderea concentraţiei de oxigen limitează regenerarea ribulozo-1,5-difosfatului, iar în cazul frunzelor umbrite, se limitează probabil utilizarea triozofosfaţilor. Diminuarea intensităţii procesului de fotosinteză, în condiţii de concentraţii scăzute de oxigen, nu poate fi atribuită modificării permeabilităţii membranelor. Gucci ş.a. (1990) consideră că în condiţii scăzute de oxigen (0,5 %), are loc intensificarea procesului de fotorespiraţie, ceea ce determină scăderea fotosintezei nete cu 3,0 $\mu mol/m^2/s$ în cazul cireşelor şi cu 7,9 $\mu mol/m^2/s$ în cazul prunelor.

Cantitatea de dioxid de carbon din aer sau din spaţiile intercelulare ale frunzelor constituie un factor important ce influenţează intensitatea procesului de fotosinteză.

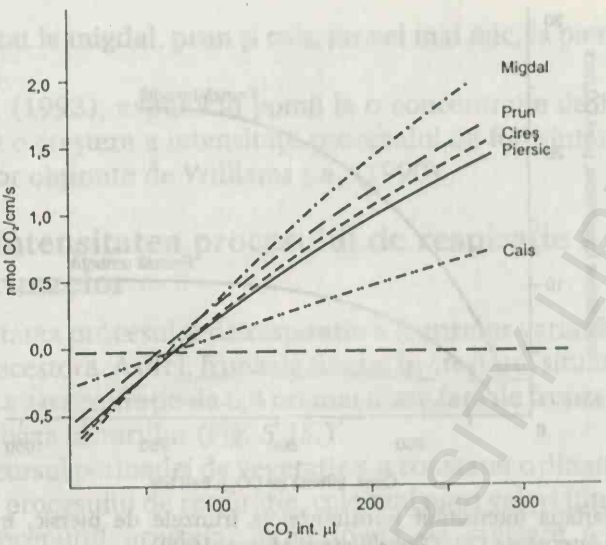


Fig. 5.13. Relaţia dintre concentraţia internă a CO_2-ului si intensitatea fotosintezei la 5 specii de pomi (De Jong, 1983)

Punctul de compensare pentru dioxidul de carbon este în jur de 0,002 % în cazul mărului (Watson ş.a., 1978) şi 0,0055–0,0065 % pentru cais, piersic, cireş, vişin şi migdal. După De Jong (1983), punctul de compensare pentru dioxidul de carbon variază în funcţie de specie astfel:

Cireş	55,5 µl/l
Migdal	57,6 "
Prun	60,5 "
Piersic	65,8 "
Cais	69,2 ".

După Roper şi Kennedy (1986), punctul de compensare pentru dioxidul de carbon se modifică în timpul creşterii frunzelor de la 25 µl/l la un indice al plastrocronului de 12, la 35 µl/l la frunzele mature.

Creşterea concentraţiei de dioxid de carbon din atmosfera ambiantă în limitele de 0,005–0,025 % determină creşterea liniară a intensităţii procesului de fotosinteză (De Jong, 1983). Determinările efectuate la temperatura de 27 °C, la nivelul de saturaţie pentru lumină şi la concentraţia de dioxid de carbon din mediul ambiant de 320 µl/l, au precizat că atmosfera intercelulară are o concentraţie de dioxid de carbon variind în următoarele limite:

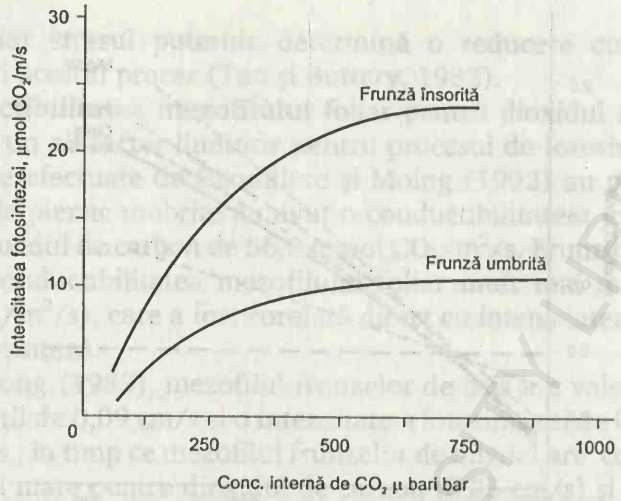


Fig. 5.14. Variaţia intensităţii fotosintezei la frunzele de piersic, în funcţie de concentraţia internă de CO_2 (Gaudillere şi Moing, 1992)

231,5 µl/l, la cais
240,4 " la prun
241,9 " la cireş
244,9 " la piersic
251,9 " la migdal.

Creşterea concentraţiei de dioxid de carbon din spaţiile intercelulare ale frunzelor a determinat intensificarea procesului de fotosinteză. Cea mai mare creştere a intensităţii acestui proces s-a determinat la migdal şi cea mai mică la cais (*Fig. 5.13.*).

Analizele efectuate de Gaudillere şi Moing (1990), la piersic, au precizat că sporirea concentraţiei de dioxid de carbon din atmosferă din spaţiile intercelulare ale frunzelor însorite influenţează într-o măsură mai mare intensitatea procesului de fotosinteză comparativ cu intensitatea acestui proces de la frunzele umbrite (*Fig. 5.14.*).

Conţinutul în ozon din atmosferă constituie un factor limitativ pentru procesul de fotosinteză. Cercetările efectuate de Williams ş.a. (1990), cu 9 specii de pomi fructiferi, au condus la concluzia că sporirea concentraţiei de ozon din atmosferă determină reducerea intensităţii procesului de fotosinteză. Astfel, creşterea presiunii parţiale a ozonului din atmosferă la 0,10 şi, respectiv, la 0,20 µ Pa/Pa a determinat scăderea intensităţii medii a procesului de fotosinteză la cele 9 specii cu 6,45 %, respectiv cu 33,73 %. Cel mai mare efect inhibitor

s-a constatat la migdal, prun şi cais, iar cel mai mic, la piersic, nectarin şi cireş.

Baldini (1993), expunând pomii la o concentraţie de 100 µl/l, a înregistrat o creştere a intensităţii procesului de fotosinteză, contrar rezultatelor obţinute de Williams ş.a. (1990).

5.3. Intensitatea procesului de respiraţie a frunzelor

Intensitatea procesului de respiraţie a frunzelor variază în funcţie de vârsta acestora. Astfel, frunzele tinere, în creştere, situate în vârful lăstarilor, au o respiraţie de 6,4 ori mai mare faţă de frunzele mature, situate la baza lăstarului (*Fig. 5.15.*).

Pe parcursul perioadei de vegetaţie s-a constatat o dinamică caracteristică a procesului de respiraţie, cele mai mari valori fiind determinate la începutul acesteia, în perioada de creştere a frunzelor. Analizele efectuate de Hoza (1996) la soiul de prun Stanley au evidenţiat că intensitatea procesului de respiraţie are valoarea de 585,7 mg CO_2/kg/h în luna aprilie şi 250,4 mg CO_2/kg/h, la începutul lunii septembrie (*Fig. 5.16.*).

Intensitatea procesului de respiraţie variază şi în funcţie de soi. Cea mai mare valoare medie a intensităţii acestui proces, pe toată durata perioadei de vegetaţie, a fost de 372,7 mg CO_2/kg/h la frunzele prunului din soiul Tuleu gras şi 328,9 mg CO_2/kg/h la cele de la soiul Silvia. Rezultate similare a obţinut şi Mahsen (1981), care a constatat că intensitatea acestui proces variază în funcţie de soi şi fenofază între 0,68 şi 1,04 mg CO_2/g/h.

Variaţii ale intensităţii acestui proces au fost determinate şi de distanţa de plantare. Frunzele pomilor plantaţi la distanţe mari (3 × 4 m) au avut intensitatea acestui

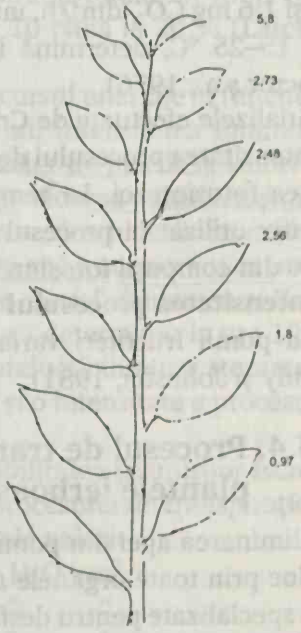


Fig. 5.15. Intensitatea respiraţiei frunzelor în lungul lăstarului de prun

proces mai mare (398,4 mg CO_2/kg/h) comparativ cu cea a frunzelor provenite de pe pomii plantaţi la distanţe mai mici (2,5 × 3,0 m), la care s-a înregistrat o valoare medie a respiraţiei de 318,7 mg CO_2/kg/h. Aceasta se datorează, probabil, suprafeţei foliare mai mari, corelată cu un grad de maturitate mai puţin avansat, la frunzele pomilor din variantele cu distanţe mari de plantare.

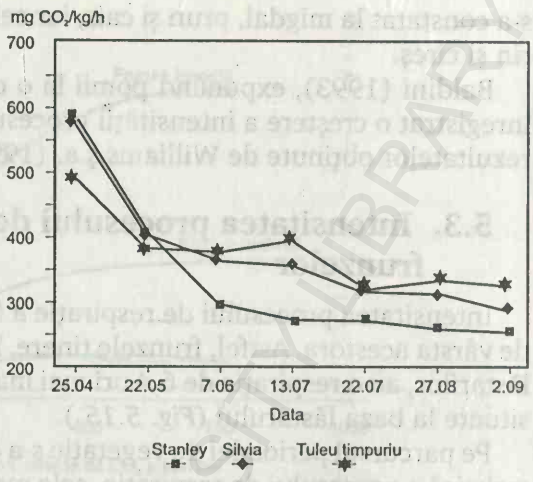


Fig. 5.16. Dinamica intensităţii procesului de respiraţie, în funcţie de faza de vegetaţie

Dozier şi Barden (1971) au precizat că intensitatea procesului de respiraţie a frunzelor pomilor a variat între 1,0 şi 1,6 mg CO_2/dm^2/h, iar creşterea temperaturii cu 10 °C, în limitele 15–25 °C, determină intensificarea acestui proces de 3,8 ori (Proctor ş.a., 1976).

Analizele efectuate de Crews ş.a. (1975), la piersic, au evidenţiat că intensitatea procesului de respiraţie reprezintă 10–15 % din intensitatea fotosintezei. La temperaturi ridicate, consumul de substrat nutritiv utilizat în procesul de respiraţie scade şi poate reprezenta 50 % din compuşii fotosintetizaţi.

Intensitatea procesului de fotorespiraţie a frunzelor provenite de la pomii fructiferi variază între 0,120 şi 0,505 mg CO_2/m^2/s (Kendy şi Johnson, 1981).

5.4. Procesul de transpiraţie la pomii, arbuştii şi plantele ierboase fructifere

Eliminarea apei din pomii, arbuştii şi plantele ierboase fructifere are loc prin toate organele aeriene şi cu prioritate prin frunze, care sunt specializate pentru desfăşurarea acestui proces. Eliminarea apei se face atât prin transpiraţie, cât şi prin gutaţie şi are loc prin stomate, lenticele, cuticulă şi hidatode.

Stomatele se găsesc atât pe suprafaţa frunzelor, cât şi pe ramurile tinere, numărul acestora variind, după Baldini (1986), între 200 şi 600 stomate/mm^2 suprafaţă foliară.

După Larcher, pe faţa adaxială a limbului foliar al merilor nu se află stomate, în timp ce pe faţa abaxială se găsesc 300 stomate/mm^2. După Baldini ş.a. (1992), densitatea stomatelor de pe 1 mm^2 de suprafaţă foliară variază astfel: 290 la piersic, 390 la măr, 418 la măslin şi 633 la cireş, iar suprafaţa deschiderii stomatelor variază între 18,5 μm^2 la cireş şi 178 μm^2 la piersic.

Cowart (1936) a precizat că numărul stomatelor variază în funcţie de poziţia frunzelor pe lăstar. Astfel, în cazul soiului de măr McIntosh, numărul stomatelor de pe 1 mm^2 suprafaţă foliară este de 284 la frunza a 3-a, 396 la frunza a 8-a şi creşte la 556 la frunza a 17-a. Rezultate similare a obţinut şi Catania ş.a. (1992) la prun. Cele mai multe stomate s-au identificat la frunzele din vârful lăstarului, iar în cadrul limbului foliar, în zona mediană a acestuia.

Eliminarea apei prin cuticulă este dependentă de grosimea acesteia. La frunzele tinere care au cuticula subţire, transpiraţia cuticulară reprezintă aproximativ 50 % din transpiraţia totală, în timp ce la frunzele mature aceasta reprezintă doar 10 până la 20 % (Larcher, 1991).

Deschiderea stomatelor variază pe parcursul unei zile în funcţie de temperatură, umiditatea relativă a aerului, intensitatea luminoasă etc. Scăderea potenţialului hidric al frunzelor de piersic la valori cuprinse între –2,8 şi –2,6 MPa determină închiderea parţială a stomatelor (Xiloyannis ş.a.,1980). Modificarea deschiderii stomatelor conduce la variaţia conductibilităţii pentru apă a acestora şi ca urmare a intensităţii procesului de transpiraţie. Astfel, Andersen şi Brodbeck (1988), utilizând frunze de piersic, au determinat la ora 12 un potenţial hidric foliar de –2,4 MPa, o conductibilitate a stomatelor pentru vaporii de apă de 300 mmol/m^2/s şi o intensitate a procesului de transpiraţie de 6,5 mmol/m^2/s.

De Jong (1983) a determinat conductibilitatea ţesuturilor frunzelor pentru vaporii de apă şi intensitatea procesului de transpiraţie la cinci specii pomicole, obţinând următoarele valori:

Migdal	1,08	cm/s,	respectiv	11,1	μg H_2O/cm^2/s	
Prun	0,73	"	"	7,3	"	"
Piersic	0,70	"	"	6,5	"	"
Cireş	0,64	"	"	7,3	"	"
Cais	0,25	"		3,6	"	"

Reglarea procesului de eliminare a apei se face prin modificarea gradului de deschidere a stomatelor, corelat cu modificarea rezistenţei acestora. Nerri şi Scudelari (1994) au constatat că rezistenţa stomatelor creşte din luna mai, când aprovizionarea cu apă a cireşilor a fost optimă, până în luna august, când s-au manifestat efectele secetei, precum şi cele ale imbătrânirii frunzelor. S-a constatat, de asemenea, că frunzele expuse la soare au o rezistenţă stomatică mai mică, determinată, probabil, de necesitatea eliminării unei cantităţi mai mari de apă, în vederea reglării temperaturii. Diferenţele dintre rezistenţa stomatică a frunzelor însorite şi umbrite este mai mică dimineaţa şi seara şi este mai mare la prânz, când deficitul hidric este mai mare. Cercetările au evidenţiat şi faptul că portaltoiul Colt prezintă cele mai mari diferenţe ale rezistenţei stomatelor, ceea ce indică o aprovizionare neadecvată cu apă a frunzelor. Cele mai mici variaţii ale rezistenţei stomatelor s-au constatat la portaltoiul CAB 6P, care a asigurat o rezistenţă mai bună la stresul hidric.

Modificarea potenţialului hidric foliar şi a intensităţii procesului de transpiraţie sunt determinate atât de apa absorbită din sol şi de viteza de transport a acesteia, cât şi de potenţialul hidric al atmosferei. Cu cât temperatura este mai ridicată şi umiditatea relativă a aerului este mai scăzută, cu atât este mai mică valoarea potenţialului hidric al atmosferei. Astfel, la temperatura de 20 °C şi umiditatea relativă de 90 % potenţialul hidric al atmosferei este de –14,2 MPa, în timp ce la aceeaşi temperatură şi la umiditatea relativă de 40 %, potenţialul hidric scade la –12,4 MPa. Ca urmare a variaţiei acestor factori, intensitatea procesului de transpiraţie se modifică pe parcursul unei zile.

Deschiderea stomatelor de pe frunzele pomilor fructiferi se realizează la o intensitate luminoasă de 50–150 $\mu Es/m^2/s$. Când temperatura depăşeşte 5–10 °C, deficitul de presiune a vaporilor de apă este mai mare de 2,6–3,0 kPa, iar potenţialul hidric al aerului este mai mic de –0,06 MPa. După Mac Robie (1988), lumina induce activarea pompei de protoni din plasmalema celulelor stomatice. Ca urmare, are loc hiperpolarizarea membranelor, ceea ce determină intrarea potasiului în celulele stomatice şi deschiderea acestora.

Dinamica zilnică a transpiraţiei are un maximum la amiază şi o valoare minimă pe parcursul nopţii, când se desfăşoară numai transpiraţia cuticulară. Determinările efectuate de Hoza (1996) la prun, soiul Stanley, au evidenţiat următoarea dinamică zilnică a intensităţii procesului de transpiraţie: la ora 9 intensitatea acestui proces a fost

foarte scăzută (4,45 mmol $H_2O/m^2/s$), la ora 13 a crescut la (5,15 mmol/m^2/s, pentru ca la ora 17 să scadă la (3,04 mmol/m^2/s.

În zilele foarte călduroase din timpul verii, când umiditatea relativă a aerului este foarte scăzută, are loc închiderea stomatelor la mijlocul zilei. Ca urmare, dinamica zilnică a procesului de transpiraţie are două maxime: înainte şi după amiază şi două minime: noaptea şi la mijlocul zilei.

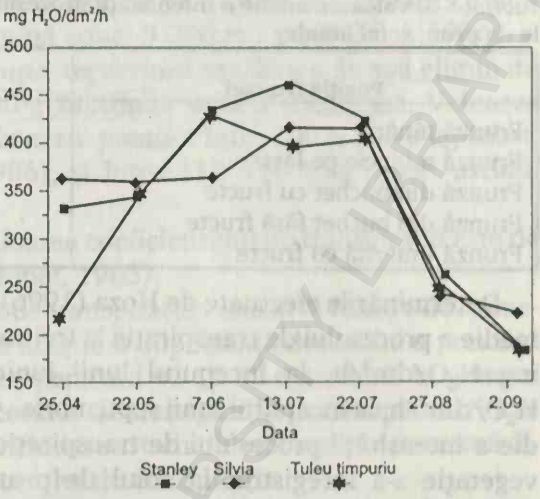


Fig. 5.17. Dinamica intensităţii procesului de transpiraţie, în funcţie de faza de vegetaţie

Dinamica sezonieră este determinată în principal de vârsta frunzelor şi de condiţiile ambiante. Frunzele tinere au cea mai mare intensitate a procesului de transpiraţie şi, pe măsură ce acestea înbătrânesc, intensitatea transpiraţiei scade, cele mai mici valori fiind înregistrate la frunzele senescente. În acelaşi timp, creşterea temperaturii şi scăderea umidităţii relative a aerului în timpul verii determină modificarea acestei dinamici tipice, maximul intensităţii procesului de transpiraţie înregistrându-se la sfârşitul lunii iunie şi la începutul lunii iulie (*Fig. 5.17.*), aşa după cum rezultă din determinările efectuate de Hoza (1996) la prun.

După Larcher (1991), transpiraţia stomatică a frunzelor speciilor din subfamilia *Maloideae* variază între 700 şi 1 000 mg $H_2O/dm^2/h$, iar cea cuticulară variază între 120 şi 160 mg $H_2O/dm^2/h$. La plantele din subfamilia *Prunoideae*, transpiraţia stomatică variază între 400 şi 700 mg $H_2O/dm^2/h$, iar cea cuticulară între 80 şi 100 mg $H_2O/dm^2/h$.

Rom şi Ferree (1986) au constatat că intensitatea procesului de transpiraţie la măr, soiul Golden Delicious are valori mari în faza de înflorire deplină (1,93 mg $H_2O/dm^2/h$) şi scade treptat până la 0,34–0,46 mg $H_2O/dm^2/h$, după 100 zile de la căderea petalelor. Această dinamică poate fi influenţată de regimul hidric.

Tabelul 5.3. Valoarea medie a intensităţii procesului de transpiraţie la frunzele de prun, soiul Stanley

Poziţia frunzei	mmol $H_2O/m^2/s$
Frunză tânără	4,00
Frunză mijlocie pe lăstar	4,18
Frunză din buchet cu fructe	4,96
Frunză din buchet fără fructe	4,22
Frunză umbrită cu fructe	3,68

Determinările efectuate de Hoza (1996) au relevat că intensitatea medie a procesului de transpiraţie la trei soiuri de prun este de 303,6 mg $H_2O/dm^2/h$, la începutul lunii iunie şi scade la 196,8 mg $H_2O/dm^2/h$, la începutul lunii septembrie. Cea mai mare valoare medie a intensităţii procesului de transpiraţie pe întreaga perioadă de vegetaţie s-a înregistrat la soiul de prun Tuleu gras (316,8 mg $H_2O/dm^2/h$), iar cea mai mică la soiul Silvia (293,4 mg $H_2O/dm^2/h$).

Intensitatea procesului de transpiraţie a variat în funcţie de frunza analizată, aşa după cum rezultă din datele prezentate în *tabelul 5.3.*

Se remarcă faptul că cea mai mică intensitate a procesului de transpiraţie s-a determinat la frunzele umbrite şi cea mai mare – la frunzele din buchete unde erau prezente şi fructele.

Bignami şi Natali (1992) au constatat că intensitatea procesului de transpiraţie creşte proporţional cu cea a fotosintezei, ambele procese fiind dependente de intensitatea radiaţiilor solare.

Suprafaţa de intercepţie a radiaţiilor solare este corelată cu cantitatea de căldură reţinută de frunze şi, ca urmare, cu intensitatea procesului de transpiraţie. Atkinson (1978) a stabilit o corelaţie semnificativă între indicele suprafeţei foliare şi intensitatea procesului de transpiraţie a frunzelor de măr. Această corelaţie a fost mult mai redusă în cazul altor specii pomicole. S-a constatat, de asemenea, că frunzele umbrite au o intensitate mai redusă a acestui proces, comparativ cu cele însorite (Chalmers ş.a., 1983). Energia solară recepţionată de frunze este utilizată pentru vaporizarea apei şi reprezintă căldura latentă de vaporizare. Aceasta se cifrează la 2,2 kJ, pentru 1 gram de apă vaporizată.

Transpiraţia totală reprezintă cantitatea totală de apă eliminată de un pom sau arbust fructifer, pe parcursul întregii perioade de vegetaţie. Valoarea acestui indicator variază în funcţie de specie, soi, vârstă, sistemul de conducere etc. În cazul piersicului transpiraţia to-

tală este de 8 000 l de apă anual, iar în cazul unei plantaţii cu 400 pomi pe un hectar, se elimină anual 3 200 m^3/ha (Baldini, 1986).

Coeficientul de transpiraţie reprezintă cantitatea de apă eliminată de o plantă, pentru 1 000 g substanţă uscată acumulată. Valoarea acestui indicator variază în cazul pomilor între 100 şi 500 l/kg subst. uscată, după Baldini (1986), şi între 113–140 l/kg subst. uscată, după Lenz (1986).

În cazul piersicului, valoarea coeficientului de transpiraţie este de 400 l/kg subst. uscată (Monet, 1983).

Intensitatea procesului de transpiraţie variază în funcţie de numeroşi factori externi. Dintre aceştia o importanţă deosebită o prezintă temperatura. Creşterea temperaturii cu 10 °C determină în general dublarea intensităţii procesului de transpiraţie. La temperaturi mai mari de 30–35 °C are loc închiderea stomatelor, ceea ce determină diminuarea intensităţii procesului de transpiraţie.

Umiditatea relativă a aerului are în condiţii normale valoarea de 50 %, iar intensitatea procesului de transpiraţie are valori mari în aceste condiţii. Pe măsură ce umiditatea relativă a aerului creşte, intensitatea procesului de respiraţie scade.

Dettori (1985) a precizat că intensitatea procesului de transpiraţie scade proporţional cu diminuarea conţinutului în apă al solului. Astfel, la umiditatea solului de 90 % a corespuns o intensitate a procesului de transpiraţie de 25,7 g $H_2O/m^2/h$, iar la umiditatea de 60 % i-a corespuns o intensitate a transpiraţiei de 14,4 mg $H_2O/m^2/h$. Scăderea umidităţii solului de la 90 la 60 % a determinat diminuarea conductibilităţii stomatelor de la 2,6 la 2,2 mm/s, ceea ce explică reducerea intensităţii transpiraţiei.

Rezistenţa stomatelor la difuzia vaporilor de apă reprezintă inversul conductibilităţii. Valorile rezistenţei stomatelor stabilite pentru frunzele de cireş umbrite şi însorite au fost utilizate de Neri şi Scudellari (1994), ca indicator al rezistenţei la secetă. Diferenţa dintre rezistenţa stomatelor frunzelor umbrite şi însorite este cu atât mai mare, cu cât stresul hidric este mai accentuat. Aceasta se datoreşte faptului că stomatele frunzelor umbrite se închid când accesibilitatea apei scade, iar apa este transportată spre frunzele însorite, unde este utilizată pentru termoreglare.

Aplicarea substanţelor hormonale, care determină inhibarea procesului de creştere sau stimularea căderii frunzelor, poate fi utilizată pentru reducerea intensităţii procesului de transpiraţie în condiţii de stres hidric.

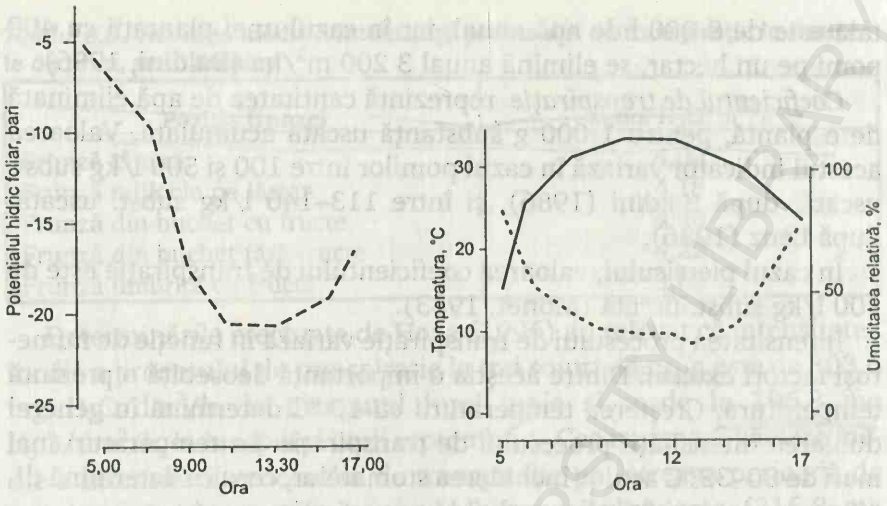


Fig. 5.18. Variaţia diurnă a potenţialului hidric al frunzelor de piersic şi dinamica temperaturii aerului (Natali s.a.,1983)

Cerinţele pentru apă a pomilor variază în funcţie de gen şi specie. Faust (1989) clasifică, din acest punct de vedere, pomii fructiferi astfel: *gutui>păr>prun>piersic>măr>cireş>vişin>cais.*

În ceea ce priveşte eşalonarea cerinţelor pentru apă, pe parcursul perioadei de vegetaţie a pomilor fructiferi, s-a constatat o creştere bruscă de la 1 la 5 l/zi, cu un maximum ce corespunde cu perioada de diferenţiere a mugurilor şi o scădere lentă până la recoltare, când cerinţa este de 2 l/zi, în cazul merilor, soiul Jonathan, în vârstă de 4 ani (Gyuro, 1974).

Potenţialul hidric foliar al pomilor fructiferi variază între –12 şi –22 bari, în funcţie de specie şi umiditatea accesibilă din sol (Lakso, 1979; Warrit şi Thorrpe, 1977). Cercetările efectuate de Natali ş.a. (1983) au precizat că potenţialul hidric foliar prezintă o dinamică zilnică în funcţie de condiţiile climatice şi de rezerva de apă din sol (*Fig. 5.18.*). Valorile minime se înregistrează la amiază, când temperatura este mai ridicată şi umiditatea relativă a aerului, mai scăzută. Rezultate similare au obţinut Andersen şi Brodbeck (1988), Jones ş.a. (1985).

Goode şi Higgs (1973) au constatat că potenţialul hidric foliar de măr variază dimineaţa între – 1,0 şi – 2,0 kPa la variantele irigate şi între – 1,5 şi – 3,0 kPa la cele neirigate. În condiţii de stres hidric potenţialul hidric al frunzelor de măr scade la – 2,5... – 3,0 MPa (Jones şi Higgs, 1979).

Baldoni ş.a. (1992) menţionează că la unele specii pomicole ca: piersicul, caisul, mărul şi cireşul are loc scăderea potenţialului hidric foliar în orele cu insolaţie puternică, ca urmare a faptului că apa absorbită din sol şi debitul de transport prin tulpină nu pot compensa pierderile prin transpiraţie.

Scăderea potenţialului hidric foliar la valori mai mici de – 3,0... – 3,5 MPa determină inhibarea procesului de fotosinteză din frunzele de păr (Kriedeman şi Canterfold, 1971), iar la valori cuprinse între –2,0 şi –5,0 MPa în funcţie de specie are loc închiderea stomatelor (Lakso, 1979).

5.5. Pigmenţii din frunzele pomilor, arbuştilor şi plantelor ierboase fructifere

Conţinutul în clorofilă al frunzelor variază în funcţie de fenofază, specie, soi, intensitate luminoasă etc.

Determinările efectuate în dinamică pe parcursul perioadei de vegetaţie au relevat faptul că proporţia de clorofilă din frunzele pomilor şi arbuştilor fructiferi are valoarea maximă în perioada de încetare a creşterii frunzelor. Astfel, cercetările efectuate de Hoza (1996) au precizat că cea mai mare cantitate de clorofilă au avut-o frunzele de prun la mijlocul lunii iulie: 295,69 mg/100 g frunze proaspete, la soiul Stanley şi 251,65 mg/100 g, la soiul Tuleu timpuriu. Aceste valori au fost de 2,3–3,0 ori mai mari comparativ cu determinările efectuate în 7 iunie şi de 1,3–1,8 ori mai mari comparativ cu cele efectuate în 27 august.

Goodwin (1958) a precizat că proporţia de clorofilă rămâne ridicată şi în faza de senescenţă a frunzelor.

Kappel şi Flore (1983) au determinat variaţia conţinutului în clorofilă a frunzelor de piersic, în funcţie de intensitatea luminoasă. Astfel, la 100 % intensitate luminoasă solară, conţinutul în clorofilă *a* şi *b* a fost de 2,8 şi, respectiv, 1,3 mg/dm^2, iar raportul clorofilă *a/b* a fost de 2,15. La 36 % din intensitatea luminoasă solară, conţinutul în clorofilă *a* şi *b* a crescut la 4,9, respectiv 1,7 mg/dm^2, iar raportul clorofilă *a/b* a crescut la 2,88.

Cercetările efectuate de Mariani şi Mariani (1983), la piersic, au precizat că frunzele formate la diferite distanţe faţă de axul pomului nu au avut diferenţe mari ale conţinutului în clorofilă, dar cele din in-

terior tind să aibă un conţinut mai mare decât cele din exteriorul coroanei.

Gaudillere şi Moing (1992) au determinat conţinutul în clorofilă din frunzele de piersic umbrite şi cele însorite şi au constatat că frunzele umbrite au avut un conţinut mediu în clorofilă de 373 g/m^2, în timp ce în frunzele însorite s-a determinat doar 265 g/m^2.

Conţinutul mediu în clorofilă a al frunzelor de prun a variat pe parcursul perioadei de vegetaţie între 188,41 mg/100 g la soiul Tuleu timpuriu şi 188,84 mg/100 g la soiul Stanley. În aceeaşi perioadă, conţinutul în clorofilă *b* al frunzelor a variat între 58,24 mg/100 g la soiul Tuleu timpuriu şi 88,01 mg/100 g la soiul Silvia.

Valoarea medie a raportului clorofilă *a/b* a variat la soiurile menţionate între 1,42 la soiul Silvia şi 3,24 la soiul Tuleu timpuriu.

Muleo şi Scalabrelli (1992) au constatat că raportul clorofilă *a/b* creşte până în luna septembrie şi este mai mare la frunzele însorite comparativ cu cele umbrite. În schimb Hoza (1996) a constatat la frunzele de prun din soiul Stanley şi Tuleu timpuriu că valoarea acestui raport creşte până la începutul lunii iunie, după care are loc scăderea valorii acestui raport până în faza de senescenţă. Creşterea constantă a valorii raportului în luna iunie se datoreşte biosintezei în proporţie mai mare a clorofilei *a* comparativ cu clorofila *b*. Soiul Silvia s-a caracterizat printr-o scădere lentă a valorii raportului clorofilă *a/b*, pe tot parcursul perioadei de vegetaţie.

Gaudillere şi Moing (1991) au precizat că frunzele de piersic umbrite au o valoare mai mică a raportului clorofilă *a/b* (2,9) comparativ cu cele însorite (3,2).

Conţinutul în pigmenţi carotenoizi din frunze a avut o valoare medie pe parcursul perioadei de vegetaţie, care a variat în cazul prunului între 7,38 mg /100 g la soiul Stanley şi 8,14 mg/100 g la soiul Tuleu timpuriu . Analizele efectuate în dinamică pe parcursul perioadei de vegetaţie a relevat faptul că valoarea medie la trei soiuri de prun a fost relativ constantă în aprilie şi mai (6,10–6,75 mg/100 g). În perioada 1 iunie–13 iulie, conţinutul în pigmenţi carotenoizi din frunzele de prun a crescut de la 6,10 mg la 10,77 mg/100 g frunze proaspete.

Goodwin (1958) a precizat că în faza de senescenţă a frunzelor de prun, conţinutul în pigmenţi carotenoizi rămâne ridicat. Shishkanu (1970) a constatat că cel mai mare conţinut de caroteni se află în frunzele superioare şi mijlocii de pe lăstar. Analizând repartiţia pigmenţilor pe suprafaţa frunzelor, Shishkanu a identificat mai mult ca-

roten, luteină şi violaxantină în zona din mijlocul frunzei, în cazul raportării la unitatea de suprafaţă foliară şi în vârful frunzei în cazul raportării la substanţa uscată.

Raportul dintre conţinutul frunzelor în pigmenţi clorofilieni şi carotenoizi variază în funcţie de intensitatea luminoasă. Astfel, frunzele umbrite de piersic au avut valoarea acestui raport de 9,8, în timp ce la frunzele însorite valoarea lui a fost de 7,4 (Gaudillere şi Moing, 1992).

5.6. Conţinutul în elemente minerale din frunzele pomilor şi arbuştilor fructiferi

Conţinutul frunzelor în elemente minerale variază în funcţie de specie (*Tabelul 5.4.*).

Azotul nitric este redus în cloroplastele din frunze la nitriţi şi în final la amoniac care este utilizat în procesul de aminare a cetoacizilor şi de formare a aminoacizilor. Acest proces de reducere a fost identificat în frunzele de măr, cais, cireş, vişin şi prun, dar nu a putut fi determinat în frunzele de piersic (Faust, 1989). Acest fapt este susţinut şi de Perez şi Kliever (1978), care au identificat activitatea nitrat şi nitritreductazei în frunzele de prun, păr şi cireş.

Cantitatea de elemente minerale absorbite din sol de către pomii şi arbuştii fructiferi variază în funcţie de specie şi soi, precum şi de producţia realizată. Astfel, prunii de soiul d'Ente absorb pentru o tonă de fructe 1,24 kg azot, 0,25 kg fosfor, 2,45 kg potasiu, 0,18 kg calciu şi 0,10 kg magneziu (Kleiber, 1993).

Tabelul 5.4. **Conţinutul frunzelor pomilor fructiferi în elemente minerale** (după Lalata, 1978 şi Faust, 1989)

Specia	g /100 g substanţă uscată			
	Azot	Fosfor	Potasiu	Magneziu
Cais	2,0–2,8	0,1 – 0,2	2,2–2,8	0,3–0,4
Măr	2,0–2,6	0,20–0,22	1,5–1,6	0,3–0,4
Păr	2,3–2,5	0,20	1,3–2,0	0,2–0,4
Piersic	3,2–3,9	0,30	2,3–2,7	0,4–0,6
Prun	2,3–2,5	0,20	2,2–2,5	0,3–0,5

Determinarea gradului de nutriţie a plantelor se realizează prin diagnoză foliară, respectiv prin analiza frunzelor recoltate după 70–90 de zile de la înflorirea deplină a pomilor.

Gautier (1990) a precizat că frunzele merilor, soiul Golden Delicious, au avut un conţinut de elemente minerale ce variază între 2,30–2,50 % pentru azot, 0,16–0,18 % pentru fosfor, 1,70–2,00 % pentru potasiu, 1,20–1,80 % pentru calciu, 0,22–0,30 % pentru magneziu şi 25–30 ppm bor.

Analizele efectuate au evidenţiat că frunzele au un conţinut maxim de azot, fosfor şi potasiu primăvara, în timp ce calciul şi magneziul au un conţinut maxim la sfârşitul sezonului de vegetaţie.

Dintre speciile de pomi fructiferi: piersicul, cireşul şi nucul reacţionează cu rapiditate la aplicarea azotului, în timp ce părul şi prunul sunt mai puţin sensibili. În ceea ce priveşte nutriţia cu potasiu, s-a constatat că prunul şi mărul reacţionează rapid în timp ce nucul, cireşul, părul şi alunul sunt mai puţin sensibili.

Pomii fructiferi s-au dovedit a fi mai puţin sensibili la nutriţia cu fosfor (Bergamini şi Cobianchi, 1986).

Determinarea conţinutului în elemente minerale libere din frunzele de prun a scos în evidenţă faptul că frunzele tinere din vârful lăstarilor au un conţinut mai scăzut în elemente minerale libere: 30 mS/g. Substanţele minerale se acumulează în frunzele mature, situate la baza lăstarilor, în care s-a determinat 42 mS/g frunză proaspătă. În frunzele bazale s-a constatat acumularea calciului, fierului, manganului şi magneziului. În frunzele pomilor pe rod s-a constatat scăderea concentraţiei de fosfor şi potasiu şi acumularea calciului şi a magneziului.

În ceea ce priveşte acumularea fosforului, Faust (1989) a precizat acest proces că are loc cu intensitate maximă în luna iulie.

Weinbaum ş.a. (1989) au constatat că sporirea fluxului fotosintetic de fotoni de 10 ori (50–1 000 $\mu mol/m^2/s$) a determinat creşterea conţinutului de substanţe minerale din frunzele de prun, soiul d'Agen, în ordinea următoare: N>Ca>Mg>K>P. În acelaşi timp, raportul *substanţă uscată/suprafaţă foliară* a crescut de 3 ori, iar raportul *N foliar/suprafaţă* foliară s-a corelat pozitiv cu intensitatea fluxului de fotoni.

Conţinutul frunzelor în elemente minerale variază atât în funcţie de factorii pedoclimatici (concentraţia soluţiei solului, aprovizionarea cu apă, temperatura solului etc.), cât şi în funcţie de gradul de maturitate a frunzelor şi de producţia de fructe. Producţia scăzută şi

gradul de maturitate a frunzelor mai avansat favorizează acumularea elementelor minerale în aceste organe ale plantelor.

5.7. Permeabilitatea membranelor plasmatice

Eliberarea electroliţilor în apa în care au fost imersate frunzele pomilor fructiferi (*electrolyte leackage*) este corelată cu permeabilitatea membranelor plasmatice şi poate fi determinată conductometric. Rezultatele obţinute evidenţiază existenţa unei variaţii în funcţie de gradul de maturitate al frunzelor. Cele mai mari valori au fost determinate în frunzele cu grad de maturitate mai puţin avansat, situate în vârful lăstarilor (17,00–19,20 mS/g).

Determinările efectuate în dinamică pe parcursul perioadei de vegetaţie au evidenţiat că frunzele de prun, soiul Stanley, au o permeabilitate a membranelor plasmatice mai mare la începutul perioadei de vegetaţie (3,04 mS/g). Valoarea acestui indice scade la sfârşitul lunii mai până la 1,58 mS/g, ca urmare a creşterii gradului de selectivitate a membranelor plasmatice, pentru ca în continuare, la sfârşitul lunii august, să se constate o creştere lentă până la valoarea de 3,14 mS/g. Această creştere se poate pune pe seama biodegradării lente a membranelor plasmatice, ca urmare a acţiunii enzimelor (fosfolipaze), hormonilor (etilenă) şi a peroxizilor (Hoza, 1996).

Valoarea permeabilităţii membranelor plasmatice este dependentă şi de diferenţa de concentraţie a ionilor de o parte şi de alta a acestora. Determinările privind conţinutul în ioni liberi din frunze au scos în evidenţă concentraţiile mai mici din frunzele tinere (30 mS/g) şi mai mari din frunzele mature (45,8 mS/g). În acelaşi timp, s-a constatat şi modificarea concentraţiei ionilor liberi pe parcursul perioadei de vegetaţie. Astfel, s-a atestat că proporţia de ioni liberi din frunzele de prun, soiul Silvia, a crescut până la sfârşitul lunii august de 2,38 ori comparativ cu valorile determinate în luna aprilie. În luna septembrie s-a înregistrat scăderea conţinutului de ioni liberi din frunze de 1,5 ori comparativ cu cel determinat în luna august. Această scădere poate fi pusă pe seama translocării ionilor liberi din frunze în organele perene ale pomilor.

Pentru a exclude erorile determinate de variaţia conţinutului în ioni al frunzelor asupra permeabilităţii membranelor plasmatice, s-a calculat indicele de permeabilitate, care reprezintă raportul dintre valoarea permeabilităţii membranelor şi conţinutul lor în ioni liberi. Analizele efectuate au evidenţiat că frunzele tinere, din vârful lăstari-

lor, au o valoare scăzută a indicelui de permeabilitate şi valoarea acestui indice creşte în cazul frunzelor mature, situate spre baza lăstarului. În mod similar, determinările efectuate pe parcursul perioadei de vegetaţie au evidenţiat că valoarea acestui indice a scăzut de la 0,11–0,12 în luna aprilie la 0,04–0,06 în luna mai şi a crescut din nou la 0,075–0,082 în luna septembrie.

5.8. Activitatea enzimatică din frunzele pomilor, arbuştilor şi plantelor ierboase fructifere

Activitatea enzimatică din frunze variază în principal în funcţie de specie şi de fenofază. Astfel, determinările efectuate de Merlo ş.a. (1991) la frunzele de piersic, soiul Mayerest, au precizat că activitatea fosfoenolpiruvat carboxilazei nu se modifică semnificativ pe parcursul perioadei de vegetaţie. Ribulozo-1,5-difosfat carboxilaza şi glicolat oxidaza au activitatea maximă în frunzele ajunse la dimensiunea normală, în timp ce activitatea maximă a fosfoenolpiruvat carboxilazei şi malicdehidrogenazei s-a determinat în frunzele tinere. Raportul ribulozo-1,5-difosfat carboxilază/fosfoenolpiruvat carboxilază creşte pe măsură ce frunzele parcurg fazele de maturitate şi senescenţă.

Determinările efectuate de Hoza (1995), la prun, au scos în evidenţă că activitatea catalazei a prezentat un maximum în prima parte a perioadei de vegetaţie (aprilie–iunie) şi a scăzut în luna septembrie. Activitatea peroxidazelor a avut un maximum în luna august, în timp ce activitatea polifenoloxidazei a scăzut pe tot parcursul perioadei de vegetaţie, realizând un minimum în luna septembrie.

5.9. Absorbţia foliară a substanţelor

Absorbţia foliară a apei şi a substanţelor minerale este condiţionată de capacitatea de transport a acestora prin cuticulă şi de prezenţa ectodesmelor.

Substanţele minerale şi apa pot traversa cuticula prin porii existenţi în acest înveliş, până la ectodesmele care străbat pereţii exteriori ai celulelor epidermice. Substanţele sunt transportate prin plasmalema din ectodesme fie printr-un proces de endopinocitoză, fie prin transport activ în cazul ionilor şi prin osmoză în cazul apei.

În situaţia în care porii cuticulari nu corespund cu ectodesmele, transportul ionilor şi al apei prin pereţii celulelor epidermice se face printr-un proces de difuziune, prin capilarele din apoplast.

Absorbţia foliară se realizează în mod natural în cazul apei provenite din ploaie sau rouă şi al unor substanţe poluante provenite din atmosferă: plumb, cadmiu, zinc etc. În acelaşi timp, absorbţia foliară stă la baza procesului de fertilizare foliară cu microelemente. Acest proces este influenţat de următorii factori:

- grosimea cuticulei, prezenţa porilor cuticulari şi frecvenţa ectodesmelor;
- conţinutul în apă şi în substanţe minerale al frunzelor;
- disponibilitatea de energie biochimică (ATP), pentru transportul activ al ionilor prin plasmalemă;
- valenţa ionilor, concentraţia soluţiei şi antagonismul ionilor;
- temperatura, umiditatea relativă a atmosferei şi intensitatea vântului.

Concentraţia mare de ioni de pe frunze poate determina producerea de arsuri, iar factorii ambianţi, care stimulează evaporarea rapidă a apei de pe frunze, au un efect inhibitor asupra absorbţiei foliare a apei şi a ionilor.

5.10. Senescenţa frunzelor

Pomii şi arbuştii fructiferi sunt plante perene, dar frunzele acestor specii parcurg etapele de tinereţe, maturitate şi de senescenţă, într-un singur an.

Senescenţa frunzelor, ca de altfel senescenţa tuturor organelor plantelor, este un proces coordonat genetic. Bonner şi Varner, încă din anul 1965 îşi puneau întrebarea: "*care este semnalul sinucigaş care declanşează procesul de maturare şi senescenţă şi care se finalizează cu moartea organelor respective?*". Cu alte cuvinte, care sunt factorii care determină expresia genelor maturării şi a senescenţei?

Nooden (1984) a ajuns la concluzia că senescenţa plantelor monocarpice nu este controlată de semnalele recepţionate din mediu, ci de un sistem de control endogen, corelat cu procesul de înflorire şi fructificare. Înlăturarea florilor a prelungit durata de viaţă a întregii plante. În cazul plantelor policarpice, controlul procesului de maturare şi senescenţă al frunzelor este mai complicat.

În literatura de specialitate sunt prezentate mai multe ipoteze cu privire la mecanismul procesului de maturare şi senescenţă, aşa cum

sunt cele referitoare la deficienţa nutriţiei, hormonală sau a erorilor genetice.

Procesul de maturare şi de senescenţă, fiind coordonat genetic, implică codificarea sintezei unor enzime specifice care intervin în acest proces. Încă din faza de cădere a petalelor, se biosintetizează noi protein-enzime. Unele catalizează reacţiile de biosinteză a hormonilor implicaţi în acest proces, în timp ce altele catalizează reacţii de hidroliză şi de oxidare.

Acidul abscisic şi etilena sunt principalii hormoni stimulatori ai procesului de senescenţă a frunzelor, în timp ce auxinele şi giberelinele inhibă acest proces (Leshem, Halevy şi Frenkel, 1986).

Senescenţa nu se manifestă simultan în toate celulele unei frunze sau în toate frunzele unui pom, ci se extinde treptat.

Nooden (1980), urmărind modificările ultrastructurale care au loc în frunze, pe parcursul evoluţiei procesului de senescenţă, a constatat scăderea numărului de ribozomi din cloroplaste, modificarea ultrastructurii tilacoidelor, vezicularea şi dispariţia reticulului endoplasmatic, ruperea tonoplastului şi eliberarea substanţelor din vacuole, degradarea ultrastructurii plasmalemei şi a nucleului.

Înainte de căderea frunzelor are loc hidroliza glucidelor şi a proteinelor de rezervă şi translocarea glucidelor solubile, a aminoacizilor şi ionilor cu mobilitate mai mare (N, P, K, Mg etc.) în organele perene ale plantelor.

În paralel are loc biodegradarea pigmenţilor clorofilieni, ceea ce permite punerea în evidenţă a pigmenţilor carotenoizi şi antocianici. Aceasta determină apariţia culorii caracteristice a frunzelor senescente: galbenă-brună, uneori cu nuanţe roşiatice.

În cazul frunzelor de prun, Hoza (1996) a constatat scăderea conţinutului de pigmenţi clorofilieni cu 2,1 % în perioada 13.07–2.09.

Pe parcursul perioadei de îmbătrânire a frunzelor are loc scăderea conţinutului în ADN şi ARN, iar dintre formele de ARN, cele mai sensibile sunt ARN-ul cloroplastic şi mitocondrial. Corelat cu scăderea conţinutului frunzelor în ARN, are loc intensificarea activităţii ribonucleazei (Leshem, Halevy şi Frenkel, 1986) şi scăderea ritmului de reînnoire a proteinelor şi de biosinteză a noilor enzime (Thimann, 1977).

Scăderea intensităţii procesului de fotosinteză este corelată nu numai cu scăderea conţinutului în clorofilă a frunzelor, ci şi cu biode-

gradarea ribulozo-1,5-difosfat carboxilazei (Kannangara şi Woolhouse, 1968), enzima "cheie" a ciclului Calvin.

Radicalii liberi rezultaţi din procesele de biodegradare, ca de exemplu radicalul superoxid, grăbesc procesul de biodegradare a membranelor plasmatice şi a organitelor celulare. Biodegradarea tonoplastului favorizează contactul dintre fenolii din vacuole şi enzimele din citoplasmă, accelerând procesul de oxidare a acestor substanţe, din care rezultă melanine de culoare brună-neagră, caracteristice pentru fazele avansate de senescenţă.

Activitatea autofagă a lizozomilor se intensifică, astfel încât celulele aflate într-o fază avansată de biodegradare se caracterizează prin prezenţa unui strat subţire de citoplasmă cu organite celulare, situat de jur împrejurul pereţilor celulari.

În ultima etapă a procesului de senescenţă a frunzelor are loc desprinderea de pe plantă şi căderea lor, proces cunoscut şi sub denumirea de *abscisie*. Acest proces este coordonat genetic, datorită faptului că zona de abscisie nu este diferenţiată în fenofazele mai timpurii.

Zona de abscisie este alcătuită din câteva straturi de celule, diferenţiate sau nediferenţiate ca formă faţă de cele din jur. Această zonă se găseşte situată între limb şi peţiol sau între peţiol şi tulpină.

Kuberman şi Goren (1979) consideră că timpul de cădere a frunzelor este un proces activ, care necesită reînnoirea ARN-ului şi sinteza protein-enzimelor. Morgan (1984) a constatat că în perioada ce precede căderea frunzelor are loc creşterea conţinutului de etilenă din limb şi peţiol, iar Osborn (1978) consideră că în acelaşi timp are loc şi creşterea sensibilităţii celuleleor din zona de abscisie, la acţiunea etilenei.

Casadove ş.a. (1992) au constatat că tratarea cu etilenă a explantelor de piersic a indus căderea frunzelor, iar Dorffling (1984) a precizat că auxina are un efect antagonist faţă de etilenă, inhibând căderea frunzelor. Auxina este prezentă în zona de abscisie, dar scade pe măsura evoluţiei acestui proces. Riov şi Goren (1971) consideră că mecanismul de acţiune a auxinei constă în inhibarea şi translocarea etilenei din limbul foliar spre zona de abscisie.

Hashim ş.a. (1980) menţionează că în zona de abscisie se intensifică acţiunea enzimelor pectice (pectinmetilesterază şi poligalacturonază) şi a celulazei, care catalizează reacţiile de biodegradare a pectinelor din lamela mediană şi, respectiv, a celulozei din pereţii celulari. Ca urmare, celulele din această zonă se desprind unele de altele, dar fără a fi afectate ţesuturile conducătoare. Simultan are loc

biosinteza suberinei în celulele de pe suprafaţa de desprindere, realizându-se astfel protecţia la atacul agenţilor patogeni.

Factorii de stres induc biosinteza etilenei, ceea ce determină căderea prematură a frunzelor. Astfel, Richard ş.a. (1994) au constatat că procesul de cădere a frunzelor este mai precoce la piersicii expuşi stresului hidric. De asemenea, frunzele piersicilor din variantele cu solul înierbat permanent au căzut mai repede comparativ cu cele de pe pomii din variantele cu solul înierbat temporar.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Capitolul 6
Procesul de dezvoltare la pomii, arbuştii şi plantele ierboase fructifere

Dezvoltarea reprezintă un proces de modificări calitative, reglat genetic, care determină ca plantele să parcurgă fazele de tinereţe, maturitate şi de senescenţă şi care culminează cu realizarea capacităţii de înflorire şi fructificare.

Faza de tinereţe se caracterizează prin creşteri vegetative intense, iar din punctul de vedere al dezvoltării, prin diferenţierea celulelor şi, spre sfârşitul acestei faze, prin realizarea capacităţii plantelor de a înflori. În această fază, genele care codifică protein-enzimele care catalizează sinteza substanţelor implicate în procesul de maturare (ex. hormoni) sunt blocate, sau expresia lor este represată.

Această fază este foarte scurtă la unele specii, de exemplu la căpşun, şi durează 1–15 ani la speciile pomicole, variind în funcţie de soi şi portaltoi. Astfel, durata acestei faze este de 4–10 ani la măr, 1 an la piersic, 10–12 ani la nuc, iar la castan variază între 3 şi 15 ani (Baldoni ş.a., 1992).

În faza de tinereţe, plantele horticole nu ajung la talia caracteristică, frunzele realizează un maximum fotosintetic, cu toate că nu au încă dimensiunile normale, iar principala caracteristică constă în incapacitatea de a înflori şi de a fructifica.

Faza de maturitate se caracterizează prin realizarea capacităţii de înflorire şi fructificare şi prin obţinerea unei producţii maxime şi constante. Această fază are o durată medie de 20–25 ani, durată ce variază în funcţie de specie şi soi.

Frunzele, florile şi fructele ajung la maturitate în acelaşi an în care s-au format. În această fază plantele au dimensiunile caracteristice,

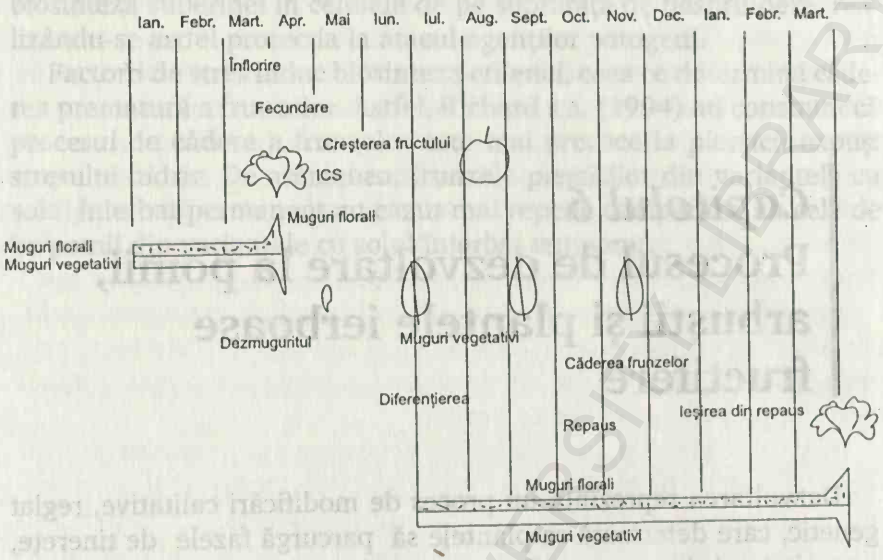


Fig. 6. 1. Ciclul de dezvoltare anuală la pomii din zona temperată (Couranjeau, 1983)

frunzele au un raport specific clorofile/caroteni şi se formează mugurii florali şi florile. Fructele au în această fază dimensiunile, culoarea, aroma, fermitatea şi gustul caracteristice soiului.

În cazul pomilor fructiferi, între faza de tinereţe şi de maturitate există o fază intermediară, cu durata de 4–5 ani, în care roada este crescândă.

Formarea florilor şi a fructelor este cea mai importantă etapă a procesului de dezvoltare. Acest proces a fost bine studiat în cazul unor plante anuale ca: *Arabidopsis, Petunia, Zea mays* etc. şi se presupune că nu diferă mult la plantele perene.

În prima etapă, denumită *inducţie florală*, factorii ambianţi inductivi determină formarea unui mesager chimic complex care induce expresia genelor vernalizării, fotoperiodismului şi a identităţii meristemelor.

În etapa a doua, cunoscută sub denumirea de *evocare florală*, are loc sinteza unor noi ARN-uri şi a unor noi proteine, diviziunea celulelor meristematice şi formarea primordiilor florale, ca urmare a expresiei genelor specifice.

În etapa a treia, cunoscută sub denumirea de *repaus vegetativ* sau *dormanţă*, mugurii florali ai celor mai multe specii pomicole parcurg

perioada de iarnă în această stare caracterizată printr-un metabolism lent şi lipsa creşterilor vizibile.

Etapa a patra, *dezmuguritul*, se desfăşoară în primăvara următoare şi se caracterizează prin deschiderea bobocilor florali (înfloritul), urmată de polenizare, fecundare şi de formarea fructelor (*Fig. 6.1.*).

Pe parcursul perioadei de dezvoltare a fructelor, se deosebesc următoarele faze: prepârga, pârga, maturitatea şi senescenţa.

Faza de senescenţă a plantelor se caracterizează prin diminuarea producţiei şi reprezintă etapa ce precede moartea plantei.

6.1. Inducţia florală

Pe parcursul acestui proces, factorii de mediu inductivi acţionează asupra plantelor determinând formarea unui mesager biochimic, care induce expresia genelor înfloritului din meristemul vegetativ. Acest proces are loc la cele mai multe specii pomicole în timpul primăverii şi al verii anului care precede înflorirea şi fructificarea, în cazul merilor, perilor şi al prunilor, după aproximativ 40–60 de zile după înflorire (Ryugo, 1990).

Factorii inductivi sunt reprezentaţi de acei factori ambianţi care au variaţii caracteristice pe parcursul perioadei de vegetaţie. Principalii factori inductivi sunt: durata perioadei de lumină şi de întuneric (fotoperioadă), temperaturile coborâte (vernalizare), temperaturile ridicate (termoperiodism), precum şi intensitatea luminii. Paris (1998), referindu-se la inducţia florală la păr, subliniază faptul că acest proces este determinat de "temperatura şi mai ales de intensitatea luminoasă din lunile iunie–iulie ale anului precedent".

Unele soiuri de *Fragaria* x *ananassa* sunt insensibile la durata fotoperioadei, acest proces fiind controlat de o singură alelă dominantă (Ahmadi ş.a., 1990), iar inducţia florală poate fi modificată de temperatură (Durner ş.a., 1984). Manakasem şi Goodwin (1998) au constatat că inducţia florală la soiul Aptos, neutru din punct de vedere fotoperiodic, nu a putut fi corelată nici cu temperatura şi nici cu durata fotoperioadei, în schimb soiul Pajaro (de zi scurtă), expus la temperatura de 26/22 °C, realizează inducţia florală în fotoperioade lungi.

La soiurile de *Fragaria vesca*, care sunt sensibile la durata fotoperioadei, acest proces este controlat de trei gene dominante şi poate fi indus de fotoperioadele scurte (Ito şi Saito, 1962) sau de temperaturile coborâte (Heide, 1977). Cercetările efectuate în Australia de Ma-

nakasem şi Goodwin (1998), la soiul de căpşun Torrey, au stabilit că inducţia florală are loc când fotoperioada are durata de 11,8 ore şi temperatura maximă şi minimă a fost de 23,1 şi, respectiv, 12,5 °C. Procentul de inducţie florală a scăzut când durata fotoperioadei a fost mai mare de 14,9 ore, iar temperatura maximă şi minimă a fost de 26,0, respectiv 13,8 °C. S-a constatat că inducţia florală la soiurile de zi scurtă este corelată mai mult cu temperatura minimă decât cu temperatura maximă sau cu cea medie.

Sebaneck (1992) presupune că pentru inducţia florală a pomilor fructiferi este importantă intensitatea luminoasă mare. Monet (1983) menţionează că diferenţele de temperatură dintre zi şi noapte, în luna august, determină inducţia florală la piersic, iar temperatura constantă de 25 °C induce reluarea procesului de creştere vegetativă.

Plantele originare din zonele cu climat temperat necesită condiţii specifice pentru inducţia florală şi expunerea permanentă la condiţii optime de creştere, inhibă procesul de înflorire.

Un rol deosebit în realizarea inducţiei florale îl au hormonii.

Auxina se consideră că nu participă direct la inducţia florală, ci numai în mod indirect, prin stimularea sintezei etilenei. În ceea ce priveşte etilena, se menţionează doar efectul stimulator asupra inducţiei florale la ananas (Dorffling, 1984).

Giberelinele stimulează inducţia florală numai la unele specii şi din această cauză nu au putut fi considerate ca hormon al înfloririi. Astfel, în cazul plantelor care necesită pentru inducţia florală fotoperioade lungi şi temperaturi coborâte în timpul iernii, aceste condiţii pot fi înlocuite prin tratamente cu gibereline. În cazul plantelor care necesită fotoperioade scurte, giberelinele sunt inactive (Dorffling, 1984). Luckvill (1970) a constatat că giberelinele au efect inhibitor asupra inducţiei florale la pomii fructiferi.

Acidul abscisic are un efect stimulator asupra inducţiei florale doar în cazul unor specii adaptate la fotoperioade scurte, supuse unor condiţii neinductive. În condiţii inductive însă stimulează acest proces.

Citochininele, după Dorffling (1984), pot să aibă atât rol pozitiv, cât şi negativ în inducţia florală, iar sterolii stimulează inducţia florală atât la plantele de zi scurtă, cât şi la cele de zi lungă.

După Westwood (1998), semnalul biochimic care determină inducţia florală la pomii fructiferi poate fi constituit din acid giberelic, a cărui concentraţie este mai mică decât nivelul critic inhibitor, sau

dintr-un amestec complex în care se găseşte un raport specific de auxine, citochinine şi etilenă.

Inducţia florală are loc numai după ce mugurii vegetativi au atins o anumită lungime. Astfel, Faust (1989) menţionează că mugurii soiului de măr Cox Orange Pippin au în momentul inducţiei florale 20 de noduri, iar cei ai soiului Golden Delicious au 16 noduri.

La cele mai multe specii de pomi fructiferi cu frunze căzătoare, perioada inductivă este localizată după înflorit, spre sfârşitul perioadei de creştere a lăstarilor (Bumbac, 1968), când frunzele au ajuns la maturitate. După Tromp (1982), acest proces are loc în cazul merilor în perioada cuprinsă între înflorit şi mijlocul sezonului de vegetaţie şi este stimulat de temperaturile iniţiale coborâte (16 °C) şi de creşterea ulterioară a acestora (22 °C), de umiditatea relativă a aerului scăzută, de intensitatea luminoasă mare şi de fotoperioadele lungi (14 ore). Forshey şi Elfving (1989) menţionează că acest proces are loc când procesul de creştere încetează sau după recoltare.

La migdal inducţia florală are loc la sfârşitul lunii iunie; la păr, piersic şi la cireş la sfârşitul lunii iunie, începutul lunii iulie; la cais la începutul lunii iulie, iar la prun la sfârşitul lunii iulie (Mănescu, Baciu şi Cosmin, 1975). Inducţia florală la vişin are loc înainte de maturarea fructelor (Diaz ş.a., 1981).

O particularitate se constată la nuc şi alun, care au flori monoice şi la care inducţia florală pentru florile mascule are loc după cele femele. Astfel, în cazul alunului, inducţia florilor bărbăteşti are loc la sfârşitul lunii mai, iar pentru cele femeieşti, în prima jumătate a lunii iunie (Germain şi Leglise, 1973; Germain şi Dimoulas, 1979). Inducţia este determinată de intensitatea luminoasă mai mare.

În cazul nucului, inducţia florilor bărbăteşti are loc în luna aprilie, iar a celor femeieşti, în luna octombrie.

La citrice, inducţia florală are loc iarna, în timp ce la castan, care înfloreşte târziu, inducţia florală se realizează în acelaşi an cu fructificarea, în mod similar, la căpşun. La soiurile neremontante de căpşun, inducţia florală are loc în condiţii de zi scurtă şi temperatură coborâtă, în timp ce soiurile remontante sunt puţin sensibile la temperatură şi sunt neutre la fotoperioadă. Din această cauză, inducţia florală la soiurile remontante poate fi inhibată în verile foarte călduroase.

Inducţia florală este reversibilă în cazul în care acţiunea factorilor inductivi încetează timpuriu şi este ireversibilă când durata de

acţiune a acestor factori depăşeşte 4–5 săptămâni. De asemenea, inducţia florală poate fi transmisă prin altoire.

Factorii ambianţi care determină inducţia florală sunt recepţionaţi de diferite organe ale plantelor horticole. De exemplu, durata fotoperioadei este recepţionată de frunze prin intermediul fitocromului, temperatura — prin intermediul unor receptori situaţi în toate organele plantelor şi, în special, în meristemele vegetative (Bernier ş.a., 1993), iar umiditatea solului este percepută prin intermediul receptorilor situaţi la nivelul rădăcinii.

Factorii ambianţi inductivi excită receptorii care determină formarea unui mesager chimic complex ce este transportat prin xilem, în cazul rădăcinilor, şi prin floem, în cazul frunzelor, spre meristemele vegetative.

Ipotezele mai vechi susţineau existenţa unor mesageri de natură hormonală: vernalin şi florigen, care nu au putut fi identificaţi în plante. După Luckvill (1974), care susţine ipoteza hormonală, inducţia florală este determinată de modificarea balanţei hormonale, în timp ce Sachs (1977) menţionează că factorul inductiv îl reprezintă aprovizionarea cu substanţe nutritive a meristemului vegetativ.

Bernier (1988) a elaborat "ipoteza controlului multifactorial"care postulează că mai mulţi compuşi chimici, formaţi în timpul inducţiei florale, generează un "mesager chimic complex". Analiza exudatului produs de frunzele mature, rădăcini şi apexul tulpinii a permis să se precizeze că în condiţii inductive creşte conţinutul în zaharoză, ca urmare a stimulării fotosintezei. Zaharoza este transportată prin floem spre meristemele vegetative şi spre rădăcină unde stimulează sinteza citochininelor: zeatin-ribozid şi izopentiladenin ribozid. Citochininele sunt transportate, la rândul lor, spre frunze, şi apoi spre meristemele vegetative. Intensificarea transportului citochininelor a fost observată după 16 ore de la expunerea la factorii inductivi.

În exudatele frunzelor supuse la condiţii inductive s-a identificat şi putresceina care stimulează diviziunea celulară, iar în exudatul rădăcinii s-a constatat creşterea conţinutului de calciu, care reprezintă un mesager secundar. Creşterea conţinutului de calciu a fost identificată după 30–40 de ore de la expunerea plantelor la condiţii inductive.

Acţiunea acestor mesageri chimici poate fi influenţată de tratamentele cu hormoni. Baldini (1986) menţionează că tratamentele cu gibereline (100 ppm), aplicate în perioada de reversibilitate a inducţiei florale la pomii fructiferi (15.06), a determinat reducerea in-

ducţiei florale la mai puţin de 25 % comparativ cu varianta martor netratată.

Un alt factor important care poate interveni în procesul de inducţie florală îl constituie raportul C/N. Aprovizionarea corespunzătoare cu glucide favorizează inducţia florală, în timp ce excesul de azot determină stimularea creşterilor vegetative în detrimentul inducţiei florale.

Acest complex de factori biochimici acţionează la nivelul meristemului vegetativ din muguri, determinând expresia sau activarea genelor vernalizării şi a fotoperiodismului. În acelaşi timp, are loc represia genelor identităţii meristemului vegetativ şi expresia genelor identităţii meristemului floral. În această fază inducţia este reversibilă şi dacă factorii inductivi nu pot să determine expresia genelor identităţii meristemului floral se revine la faza de mugur vegetativ.

Genele care controlează procesul de tranziţie a meristemului vegetativ spre meristem floral nu au fost încă identificate la speciile pomicole, dar au fost localizate în alte plante, ca de exemplu în *Arabidopsis, Triticum, Zea mays, Pea* etc.

Astfel, în plantele de grâu au fost identificate genele Vrn 1 şi Vrn 2 în cromozomii 5 A şi 5, iar în plantele de porumb s-au pus în evidenţă 2 gene: ZAG 1 şi ZAG 2, a căror expresie determină inducţia florală (Schmidt ş.a., 1993). În *Arabidopsis* s-au găsit 11 locusuri care intervin în acest proces. De asemenea, genele FLORICAULA din *Antirrhinum* şi LEAFY din *Arabidopsis* reglează formarea meristemului floral.

Mecanismul fiziologic de diferenţiere a sexelor la plantele unisexuat monoice, aşa cum sunt nucul şi alunul, nu este încă bine precizat. Purohit (1987) menţionează că în prezent există trei ipoteze care încearcă să explice acest proces:

- *ipoteza endogenă*, care susţine rolul aparatului genetic în diferenţierea sexelor;
- *ipoteza exogenă*, după care diferenţierea sexelor este determinată de acţiunea hormonilor şi a factorilor ambianţi;
- *ipoteza ectoendogenă*, care îmbină opiniile celor două ipoteze menţionate.

După Heslop Harrison (1972), diferenţierea sexelor este determinată de sensibilitatea meristemelor la acţiunea factorilor interni şi externi, în diferite etape ale ontogeniei. În această privinţă are mare importanţă determinarea perioadei critice de diferenţiere a meristemului vegetativ, adică perioada optimă în care poate fi influenţată expresia sexelor, prin modificarea factorilor ambianţi sau hormonali.

Cercetările efectuate la legume (castraveţi), cânepă au dovedit că giberelinele stimulează formarea florilor mascule, iar fotoperioadele lungi stimulează sinteza acestui hormon, în timp ce fotoperioadele scurte stimulează sinteza citochininelor, care induc formarea florilor femele.

6.2. Evocarea florală

Evocarea florală reprezintă ansamblul de modificări citologice, fiziologice şi biochimice, care sunt determinate de inducţia florală. Aceste modificări determină diferenţierea mugurilor.

Mesagerii chimici, care se formează în timpul procesului de inducţie florală, acţionează în complex asupra genelor înfloritului, determinând expresia acestora. Ca urmare, se inhibă activitatea meristematică a celulelor din inelul iniţial şi formarea primordiilor florale. Se produc, de asemenea, modificări ale conţinutului în acizi nucleici. Astfel, Bernier (1970) menţionează că în timpul evocării florale se distinge o etapă de sinteză a ARN-ului urmată de o primă diviziune a celulelor meristematice. Urmează o a doua etapă în care are loc sinteza de ADN şi o nouă activare a diviziunii celulelor meristematice. Aceste modificări sunt însoţite de creşterea intensităţii procesului de respiraţie şi a activităţii enzimelor.

Meristemul vegetativ care are un aspect plat se bombează ca urmare a proceselor de diviziune ce au loc în timpul evocării florale şi în final se formează primordiile florale. Formarea primordiilor florale şi ale inflorescenţelor este coordonată de gene diferite. Aceste gene nu au fost încă identificate la pomii fructiferi, dar cercetările efectuate la specia *Arabidopsis* au pus în evidenţă că formarea primordiilor florale este codificată de următoarele gene:

- expresia genelor APETALA 1 şi APETALA 2 determină formarea primordiilor sepalelor şi petalelor;
- expresia genelor APETALA 3 şi PISTILATA determină formarea primordiilor petalelor şi staminelor;
- expresia genei AGAMOUS determină formarea staminelor şi a carpelelor;
- într-o etapă finală are loc acţiunea genelor care controlează formarea ovulelor: BELL sau SUPERMAN.

La coacăz, care are florile dispuse într-o inflorescenţă, se formează mai întâi primordiul axului inflorescenţei şi ulterior primordiile flori-

lor. În cazul florilor se formează eşalonat primordiile sepalelor, petalelor, staminelor şi primordiul pistilului.

Diferenţierea mugurilor florali şi formarea primordiilor florale reprezintă un proces ciclic, care se întrerupe pe parcursul toamnei şi al iernii.

Cercetările efectuate de Monet (1983) au dovedit că primele simptome vizibile ale evocării florale apar, în cazul piersicului, la începutul lunii august. De la acest stadiu prefloral procesul de diferenţiere se accentuează. Perioada de diferenţiere a mugurilor florali continuă până la 1–2 luni la sămânţoase şi 2–3 luni la sâmburoase.

Mănescu, Baciu şi Cosmin (1975) menţionează că la plantele sâmburoase organogeneza se realizează în doi ani: în primul dintr-un mugur vegetativ creşte un lăstar, pe care unii muguri laterali devin florali şi înfloresc în anul următor. Hirst şi Ferree (1995) menţionează că mugurii de măr cu diametrul de aproximativ 3,1 mm au dat naştere la flori, dar numai 65 % au fost corect clasificaţi pe această bază.

Primii muguri florali de piersic sunt diferenţiaţi la sfârşitul lunii septembrie, iar ultimii — la mijlocul lui octombrie. Formarea polenului în mugurii florali de piersic are loc la sfârşitul lunii decembrie şi încheierea acestei faze, cu formarea tetradelor, durează circa 15 zile. Formarea ovulelor începe în prima etapă a lunii ianuarie şi continuă în perioada ce precede înflorirea.

Takeda şi Wisniewski (1989) au constatat că iniţierea mugurilor florali la coacăzul negru, soiul Black Satin, a fost evidentă în luna octombrie, dar cei mai mulţi muguri rămân vegetativi până în ianuarie. Primordiile periantului devin distincte la sfârşitul lui februarie–începutul lunii martie, iar mugurii de pe ramificaţiile laterale din vârful plantei sunt mai avansaţi comparativ cu cei de la bază. Mugurii axilari ai soiului, Hull Thornless, din contra, rămân vegetativi până târziu în luna martie, pentru ca dezvoltarea lor ulterioară să fie mai rapidă şi mai uniformă.

În perioada de diferenţiere a organelor florale, mugurii sunt toleranţi la temperaturi de 25 °C. În etapa următoare, care se prelungeşte până la formarea polenului, mugurii sunt sensibili la temperaturi ridicate. Expunerea timp de circa 2 săptămâni la temperatura de 25 °C în perioada octombrie–decembrie determină formarea unei zone de abscisie la nivelul receptaculului floral (Monet, 1983). Cauza acestui proces o constituie trecerea de la faza de mereză la cea de auxeză din perioada octombrie–decembrie, care nu se poate realiza decât prin

acţiunea lentă a temperaturilor coborâte. În timpul respectiv mugurii pot rezista la temperaturi de până la –20 °Ç.

La plantele pomicole din zona temperată rece, diferenţierea mugurilor florali sau organogeneza florală are loc până la căderea frunzelor. Mugurii de cireş sunt acoperiţi cu aproximativ 25 de catafile, iar cei de măr cu 8–14 catafile. În muguri se disting flori care au sepale, petale, antere cu ţesut sporogen (cu celule-mame) şi gineceu care în loja ovariană prezintă primordiul meristematic al ovulului (piersic, prun, vişin, cais). Mugurii îşi menţin această organogeneză florală până la sfârşitul lunii februarie, când se continuă organogeneza florală, mugurii intrând în subfenofazele înfloritului, de formare a microsporilor, macrosporilor, polenului şi, în sfârşit, a macrogameţilor.

Mănescu, Baciu şi Cosmin (1975) au constatat că organogeneza florală are loc simultan în mugurii de măr, păr, cireş şi vişin. Urmează prunul şi piersicul la care acest proces are loc mai târziu, iar în final are loc organogeneza la cais, migdal şi gutui. În cazul mărului, Buban (1980) a constatat că mugurii florali de pe ţepuşe evoluează mai rapid comparativ cu cei de pe nuieluşe, decalajul fiind de 5–20 de zile. De asemenea, organogeneza pe o mlădiţă se produce în sens descendent, iar pe un pom are loc mai întâi la mugurii de pe partea sudică a coroanei şi apoi la cei de pe partea nordică, organogeneza fiind finalizată pe un pom într-un interval de 3–4 săptămâni.

Perioada dintre începutul şi sfârşitul diferenţierii mugurilor florali variază în funcţie de specie între 48 şi 66 zile la prun, 54–65 zile la piersic şi 56–100 zile la cireş (Bumbac, 1975).

Evoluţia procesului de creştere şi dezvoltare a mugurilor florali poate fi urmărită cu ajutorul unor indicatori biometrici. Bres ş.a. (1970) recomandă ca în cazul piersicului să se utilizeze, până la apariţia petalelor, raportul dintre înălţimea mugurului şi diametrul maxim al acestuia, iar după apariţia petalelor, raportul dintre înălţimea petalelor şi a sepalelor.

Substanţele hormonale de creştere au efecte importante asupra proceselor de inducţie şi evocare florală. Williams şi Edgerton (1981) au constatat că producerea de cantităţi mari de gibereline în seminţe, în anii cu producţii mari de fructe, inhibă inducţia şi evocarea florală, constituind principala cauză a alternanţei în rodire. Tromp (1972) a precizat că dintre cele peste 80 de gibereline cunoscute, GA_7 şi în general giberelinele polare au un efect inhibitor mai puternic comparativ cu celelalte gibereline.

Etilena are un efect opus giberelinelor, stimulând inducţia şi evocarea florală. Klein şi Faust (1978) au constatat că lemnul din zona nodurilor, unde se fixează mugurii, are o cantitate mai mare de etilenă comparativ cu lemnul mai în vârstă.

Efectul hormonilor asupra inducţiei şi evocării florale se manifestă timpuriu şi anume la 6–8 săptămâni după înflorit (Luckvill, 1970), dar mecanismul de acţiune şi relaţiile care au loc între hormoni, pe parcursul acestor procese, nu sunt încă bine cunoscute (Buban şi Faust, 1982).

Aplicarea unor măsuri tehnologice ca: fertilizarea cu doze reduse de azot, aplicarea de tratamente cu substanţe retardante sau arcuirea ramurilor stimulează formarea mugurilor florali.

Cercetările efectuate de Wareing (1961) au precizat că încetinirea creşterii mugurului apical la coacăzul negru stimulează formarea mugurilor florali.

Stropirile foliare efectuate cu o soluţie de GA3+7 cu concentraţia de 150 mg/l, la soiurile de măr Mc Intosh, Early Mc Intosh şi Empire, cu 6 zile înainte de înflorit şi după 34–35 zile după înflorit au determinat inhibarea procesului de formare a mugurilor florali (Greene, 1989). Aplicarea acestui tratament după 45–60 de zile de la înflorit nu a avut acest efect.

Cercetările efectuate la plantele anuale (*Arabidopsis, Petunia, Antirrhinum* etc.) au dovedit că formarea primordiilor florale este coordonată genetic, fiind identificate genele a căror expresie determină formarea primordiilor sepalelor, petalelor, staminelor şi pistilului. Se presupune că şi în cazul pomilor fructiferi, procesul de diferenţiere a mugurilor florali este coordonat în mod similar.

Începutul diferenţierii mugurilor florali are loc, după Couranjou (1983), astfel:

Cais – începutul lunii iunie–mijlocul lui august.

Cireş – mijlocul lui iunie–mijlocul lui iulie.

Vişin – începutul lunii august.

Piersic – începutul lui august–începutul lunii septembrie.

Măr – sfârşitul lunii iunie–sfârşitul lui iulie.

Prun – sfârşitul lunii iulie–mijlocul lui august.

Fideghelli (1991) afirmă că diferenţierea mugurilor florali la piersicul cultivat în Italia are loc înainte de luna iunie, în timp ce Monet (1983) susţine că iniţierea formării organelor florale are loc la sfârşitul lunii iulie.

Diferenţierea mugurilor florali este terminată în perioada: februarie–aprilie pentru nuc, mai – pentru castan şi viţa de vie, septembrie – pentru căpşun şi octombrie – pentru zmeur.

Intervalul dintre începutul şi sfârşitul diferenţierii mugurilor florali variază în funcţie de specie: 48–66 zile la prun, 54–65 zile la piersic, 56–100 zile la vişin şi 86–112 zile la cireş.

Guimond ş.a. (1998) au studiat diferenţierea mugurilor florali la vişin, soiul Bing, şi au constatat că în condiţiile din nord-vestul Statelor Unite diferenţierea mugurilor florali are loc după recoltarea fructelor.

În data de 9 iulie, la 91 zile de la înflorit, s-au acumulat 423 grade/zile (temperatura de bază 10 °C) şi în muguri se observă meristemul bombat, înconjurat de bractee.

În data de 23 iulie, la 105 zile de la înflorit, s-au acumulat 587 grade/zile, meristemul floral este încă bombat.

În data de 6 august, la 119 zile de la înflorit, când s-au acumulat 759 grade/zile, meristemul floral se aplatizează şi se formează primordiile sepalelor.

În data de 27 august, la 140 de zile de la înflorit, când s-au acumulat 1 003 grade/zile, sunt diferenţiate toate organele florale (sepale, petale, stamine, pistil).

Manakasem şi Goodwin (1998) au studiat diferenţierea mugurilor florali la plantele de căpşun. Autorii consideră că apexul bombat este caracteristic pentru faza vegetativă. Primele simptome ale inducţiei florale se manifestă la sfârşitul lunii februarie, când are loc bombarea apexului şi se formează ultimele frunze trifoliate. În continuare se observă formarea sepalelor, petalelor, staminelor şi a pistilului.

6.3. Repausul vegetativ mugural (dormanţa)

Plantele pomicole, arbuştii şi plantele ierboase fructifere au organe perene, prevăzute cu muguri, care parcurg perioada cu condiţii climatice nefavorabile în stare de repaus vegetativ. Acest proces se caracterizează prin încetarea creşterilor vizibile şi prin inhibarea proceselor fiziologo-biochimice din aceste organe.

La cele mai multe specii s-a constatat că la intrarea în repausul vegetativ, în mugurii florali s-au diferenţiat sepalele, petalele, staminele şi pistilul, dar nu a avut loc formarea ovulelor şi a tetradelor. Face excepţie, de exemplu, alunul la care amenţii sunt vizibili la jumătatea lunii iunie, la sfârşitul acestei luni are loc formarea staminelor, în

luna iulie a anterelor, iar în luna august se formează celula-mamă a grăuncioarelor de polen şi se produce diviziunea meiotică. Florile femele devin vizibile în luna august, iar la sfârşitul lunii septembrie sunt formate toate organele florale.

Intrarea în repausul vegetativ este determinată de modificarea condiţiilor climatice din perioada de trecere de la anotimpul de vară la cel de toamnă şi reprezintă un proces de adaptare prin care organele perene ale plantelor pot supravieţui în timpul iernii.

În general, se consideră că principalii factori care induc intrarea în repausul vegetativ sunt fotoperioadele scurte, diferenţele mai mari de temperatură dintre zi şi noapte şi reducerea intensităţii luminii.

Efectul temperaturilor se manifestă în cazul pomilor şi arbuştilor fructiferi prin diferenţele mai mari de temperatură dintre zi şi noapte. Astfel, repausul vegetativ este mai profund în cazul în care în luna septembrie temperatura din timpul zilei creşte până la 25 °C şi în timpul nopţii scade la 5 °C.

Intrarea în repausul vegetativ mugural variază în funcţie de altitudine, latitudine, specie şi soi. Există soiuri cu necesar redus de frig şi repaus scurt şi soiuri cu necesar mare de frig şi repaus de lungă durată. De asemenea, mugurul terminal are repausul vegetativ mai profund comparativ cu mugurii axilari de pe aceeaşi ramură.

Condiţiile nefavorabile de mediu (de ex. temperaturi scăzute), înainte de perioada caracteristică de intrare în repaus, determină repausul forţat, sau **ectodormanţa**. La revenirea condiţiilor favorabile de mediu, plantele intră din nou în vegetaţie, continuându-şi procesul de creştere.

Endodormanţa reprezintă repausul vegetativ propriu-zis, care se caracterizează prin incapacitatea mugurilor de a creşte în condiţii favorabile de mediu, incapacitate determinată de balanţa hormonală propice substanţelor inhibitoare de creştere (Lang ş.a., 1985).

Repausul secundar sau **ecodormanţa** este determinată de acţiunea nefavorabilă a factorilor de mediu, care se manifestă după intrarea în vegetaţie a plantelor. La revenirea condiţiilor favorabile de mediu, procesul de creştere a mugurilor este reluat.

Momentul intrării în repausul vegetativ a pomilor şi arbuştilor fructiferi este indicat, în general, de căderea frunzelor şi are loc la sfârşitul lunii octombrie–începutul lunii noiembrie. După Hauage şi Cummins (1991), repausul vegetativ se instalează treptat o dată cu formarea mugurilor şi se intensifică la căderea frunzelor. Jacoboni şi

Pinnola (1994) au precizat că intrarea în repausul vegetativ a piersicilor are loc la sfârşitul lui iulie–începutul lui august.

Referitor la mecanismul de control al repausului vegetativ se remarcă două opinii:

- Ipoteza controlului hormonal presupune că intrarea şi ieşirea din repausul vegetativ sunt determinate de modificarea balanţei hormonale, sub influenţa factorilor ambianţi. În urma acţiunii acestor factori are loc acumularea acidului abscisic şi scăderea conţinutului în auxine, mai cu seamă în gibereline şi citochinine din muguri, ceea ce induce repausul vegetativ mugural. Acidul abscisic s-a dovedit a fi principalul hormon care induce repausul la coacăzul negru, dar rezultatele obţinute la piersic nu au fost concludente (Dorffling, 1984). Recent s-a demonstrat că rolul acidului abscisic în inducerea repausului vegetativ este mai redus, fapt confirmat de tratamentele cu acid abscisic care nu au prelungit perioada de repaus vegetativ la unele specii pomicole.

Rumayor (1984) a constatat scăderea conţinutului în acid abscisic din muguri la măr, soiul Golden Delicious, pe durata perioadei de repaus vegetativ, dar în final apreciază că acest hormon are doar un rol secundar.

Calausi şi Masia (1992) au constatat că iniţial concentraţia de auxină din mugurii de piersic este mare, dar scade rapid după prima expunere la frig. În continuare s-a constatat o nouă creştere a concentraţiei de auxine, care are loc cu atât mai repede, cu cât s-a satisfăcut mai rapid necesarul de frig.

- Şcoala franceză de fiziologie consideră că repausul vegetativ este o etapă a creşterii ritmice şi este coordonat genetic. Tuan şi Bonner (1964) au constatat că genele specifice din mugurii aflaţi în repaus vegetativ sunt represate, iar Thompson ş.a. (1985) au precizat că repausul este controlat de o singură genă în cazul alunului şi de mai multe gene la majoritatea speciilor pomicole.

Represia şi expresia genelor repausului sunt determinate de acţiunea factorilor de mediu. Prin expresia acestor gene se realizează controlul genetic, care se manifestă la nivelul transcripţiei, prin sinteza unui ARNm ce codifică protein-enzimele implicate în sinteza substanţelor inhibitoare de creştere. În acelaşi timp, este inhibată sinteza ARNm ce codifică enzimele implicate în sinteza hormonilor stimulatori de creştere şi ai celor care intervin în ciclurile biochimice specifice unor procese fiziologice ca: respiraţie, reînnoirea proteinelor etc. Activitatea metabolică din mugurii pomilor fructiferi continuă lent,

pe toată durata perioadei de repaus vegetativ (Zimmerman şi Faust, 1969; Abbot, 1970).

Come (1981) subliniază că repausul vegetativ se caracterizează printr-o represie puternică a ADN-ului nuclear de către proteinele histonice care îl înconjoară. Capacitatea de transcriere a ADN-ului este nulă în această perioadă, ceea ce determină ca unele substanţe necesare pentru procesul de creştere să nu mai poată fi sintetizate (ex. ATP, GTP, CTP, UTP).

În cazul plantelor cu ramuri ortotrope, repausul vegetativ mugural este coordonat de genele din celulele mugurilor, în timp ce la plantele cu ramuri plagiotrope, comanda este localizată în afara mugurilor, în stoloni sau în rizomi.

În perioada de endodormanţă diviziunile celulare încetează, dar procesele metabolice continuă în ritm lent.

Conţinutul în apă liberă al celulelor scade sub 60 % din valoarea normală, ceea ce reduce viteza de transport şi accesibilitatea unor substanţe pentru celule.

Cercetările efectuate de autori au precizat că în timpul perioadei de repaus vegetativ mugural au loc modificări fiziologice şi biochimice importante. Coţinutul în apă al mugurilor florali scade, concomitent cu creşterea substanţei uscate solubile, ceea ce conferă acestora o rezistanţă sporită la îngheţ. Bălan şi Ivaşcu (1993) au subliniat faptul că mugurii de cais sensibili la frig rezistă la temperaturi de –15 °C, la începutul perioadei de repaus vegetativ şi până la – 22...– 25 °C, la finele lunii decembrie, dacă temperatura scade treptat asigurând călirea mugurilor.

Intensitatea procesului de respiraţie a ramurilor cu muguri are valoare scăzută în luna octombrie: 33,13 mg CO_2/kg/h la prun şi 32,2 mg CO_2/kg/h la cais, când repausul vegetativ este profund datorită scăderii temperaturii, diminuării activităţii enzimelor ciclului glicolitic şi a ciclului Krebs şi creşterii viscozităţii citoplasmei. În continuare s-a constatat intensificarea acestui proces şi realizarea unui maximum la sfârşitul lunii februarie (129,58 mg CO_2, respectiv 99,4 mg CO_2/kg/h), când are loc formarea tetradelor în sacii polinici şi când se înregistrează şi o creştere a temperaturii ambiante. Pe parcursul lunilor martie şi aprilie s-a constatat scăderea intensităţii procesului de respiraţie cu 78,7 % la prun şi 13,68 % la cais, comparativ cu valorile determinate în februarie (Burzo, nepublicat).

Indicele de permeabilitate, care reprezintă raportul dintre cantitatea ionilor ieşiţi din celule în apa de imersie şi conţinutul mugurilor în

ioni liberi, are valoarea maximă în luna octombrie când şi permeabilitatea membranelor plasmatice este mai mare. Pe parcursul perioadei de repaus vegetativ, valoarea indicelui de permeabilitate scade de aproximativ 14 ori la prun, corelat cu creşterea viscozităţii coloizilor citoplasmatici şi a lipidelor membranale.

Conţinutul în substanţă uscată solubilă din muguri creşte în urma hidrolizei amidonului, realizându-se valoarea maximă în luna octombrie la prun (20,9 %) şi în luna februarie la cais (13,8 %), şi scade pe măsura utilizării substanţelor solubile în procesele metabolice, cea

Tabelul 6.1. **Dinamica unor indicatori fiziologo-biochimici din mugurii de prun şi cais aflaţi în repaus vegetativ** (Burzo, nepublicat)

Data analizei	Intensitatea proces. de resp. a ramurilor cu muguri, mg CO_2/kg/h	Permeabilitatea membranelor, mS/g	Ioni liberi, mS/g	Subst. uscată solubilă, %	Apă, %	Activitatea catalazei, ml O_2/g/min.	Activitatea peroxidazei, ml CO_2/g/15 min.
Prun							
21. 10	33,13	2 480	18 080	20,9	23,57	72	3
30. 11	58,34	2 080	17 000	20,8	24,12	60	5
5 . 01	70,37	2 960	18 400	19,2	27,98	40	9
26. 01	83,65	3 040	20 400	19,2	30,04	126	24
26. 02	129,58	1 400	21 000	14,4	43,14	126	72
15. 03	85,36	1 300	24 600	10,2	62,13	193	91
16. 04	27,60	214	16 000	9,0	71,09	240	129
Media	69,7	1 924	19 340	16,2	40,29	122	47
Cais							
21.10	32,2	4 000	14 800	10,2	27,13	60	1
30.11	46,7	3 680	14 800	12,8	28,30	42	11
5. 01	74,4	4 280	15 200	13,0	29,28	50	13
26.01	85,3	3 200	20 000	10,8	31,37	60	15
26.02	99,4	1 460	40 600	13,8	38,74	94	31
15.03	90,3	1 660	24 000	9,4	52,17	240	220
16.04	85,8	1 740	14 080	8,4	70,08	501	444
Media	72,0	2 860	21 520	11,6	39,59	149	105

mai mică valoare determinându-se în luna aprilie (9,0, respectiv 8,4%). Conţinutul în apă al mugurilor a avut o dinamică contrară. Valoarea minimă s-a determinat în luna octombrie şi conţinutul a crescut până în luna aprilie de la 23,57 la 71,09% la prun şi de la 27,13 la 70,08% la cais. Faust (1991) a constatat că în celulele mugurilor aflaţi în repaus vegetativ lipseşte apa liberă.

Activitatea catalazei din mugurii de prun şi cais a prezentat o uşoară diminuare în perioada 21 oct. –5 ian. În continuare s-a constatat intensificarea activităţii acestei enzime, activitate ce este mult mai evidentă în mugurii de cais. O dinamică similară s-a constatat şi în cazul mugurilor de piersic, vişin şi măr.

Viti ş.a. (1990) au constatat că activitatea catalazei este mai intensă în mugurii de piersic şi cais şi mai scăzută în cei de cireş, aflaţi în stare de repaus vegetativ.

Activitatea peroxidazei a prezentat o dinamică similară cu a catalazei în mugurii de cais, prun, piersic, vişin şi măr, în timp ce activitatea polifenoloxidazei a fost identificată în mugurii de prun numai la sfârşitul lunii februarie, iar în cei de cais, numai după mijlocul lunii martie.

Activitatea ascorbinoxidazei a fost determinată în mugurii de prun şi cais numai până la sfârşitul lunii ianuarie.

Monet şi Bastard (1968) au stabilit durata de repaus vegetativ la piersic prin prelevarea periodică de fragmente de ramuri cu un mugur şi un internod pe care le-au aşezat în nisip sterilizat, umectat cu o soluţie nutritivă şi menţinut la temperatura de 20 °C. S-a constatat că energia necesară pentru dezmugurit este minimă în perioada 14 aug.–18 dec., care corespunde cu perioada de repaus vegetativ. În prima parte a perioadei de repaus (14 aug. şi 13 oct.) mugurii sunt toleranţi la temperatură ridicată, în timp ce în etapa a 2-a (13 oct.–18 dec.) mugurii sunt sensibili la temperaturi ridicate.

Cercetările efectuate de Pitzalis şi Jacoboni (1990) au evidenţiat că pe parcursul lunii octombrie şi până la mijlocul lunii noiembrie mugurii de cais se află în repaus profund, perioadă în care are loc de altfel şi aclimatizarea la temperaturile coborâte. În perioada următoare mugurii au o rezistenţă mărită la acţiunea temperaturilor coborâte, intensitatea repausului vegetativ scade treptat şi se încheie la mijlocul lunii ianuarie. Urmează o perioadă de repaus secundar, postdormanţă sau ecodormanţă care durează aproximativ o lună şi care se caracterizează printr-o sensibilitate mărită a mugurilor la îngheţ.

Temperaturile coborâte sunt necesare, după Monet (1983), din momentul în care s-a terminat formarea primordiilor florale, iar expunerea la aceste temperaturi, generează capacitatea de dezmugurire. Nivelul temperaturilor optime pentru acest proces variază de la autor la autor. Până nu demult s-a considerat că temperaturile situate sub 7,2 °C permit dezmuguritul fără să apară anomalii de creştere.

După Tufts şi Harris (1955), temperaturile active pentru parcurgerea repausului vegetativ sunt situate sub 7 °C, iar numărul de ore cu temperaturi active necesar pentru parcurgerea acestei faze este următorul:

Prun	700–1 000
Păr	600–1 400
Cireş	600–1 400
Vişin	500–1 300
Piersic	400–1 200
Nuc	700
Migdal	200 – 500
Cais	400–1 000
Măr	800–1 700
Afin	65–1 200

Pitzalis şi Jacoboni (1990) consideră că temperatura activă pentru parcurgerea repausului vegetativ la cais este mai mică de 7° C, iar numărul de ore de frig variază în funcţie de precocitatea soiurilor între 500 şi 1 200 ore.

Creşterea mugurilor de cais şi eşalonarea necesarului de frig sunt prezentate în *figura 6.2*. Legave ş.a. (1983) au utilizat drept criteriu pentru aprecierea satisfacerii necesarului de frig creşterea masei mugurilor. În acest sens autorii au distins trei faze:

- faza de creştere lentă, în care se satisface necesarul de frig. Temperaturile coborâte determină ieşirea din repausul vegetativ mugural şi menţine o uşoară creştere;
- faza de tranziţie pentru reactivarea creşterilor, în care are loc umflarea mugurilor, dar mai sunt necesare temperaturile coborâte;
- faza de creştere rapidă în care mugurii se transformă în butoni floreali şi apoi în flori, fază în care sunt necesare temperaturile ridicate.

Cercetătorii americani consideră că temperatura optimă pe durata repausului vegetativ al pomilor fructiferi este cuprinsă între 2,5 şi 9,1 °C, o oră de expunere la aceste temperaturi corespunde cu o unitate de frig. Temperaturile mai coborâte sau mai ridicate au un efect

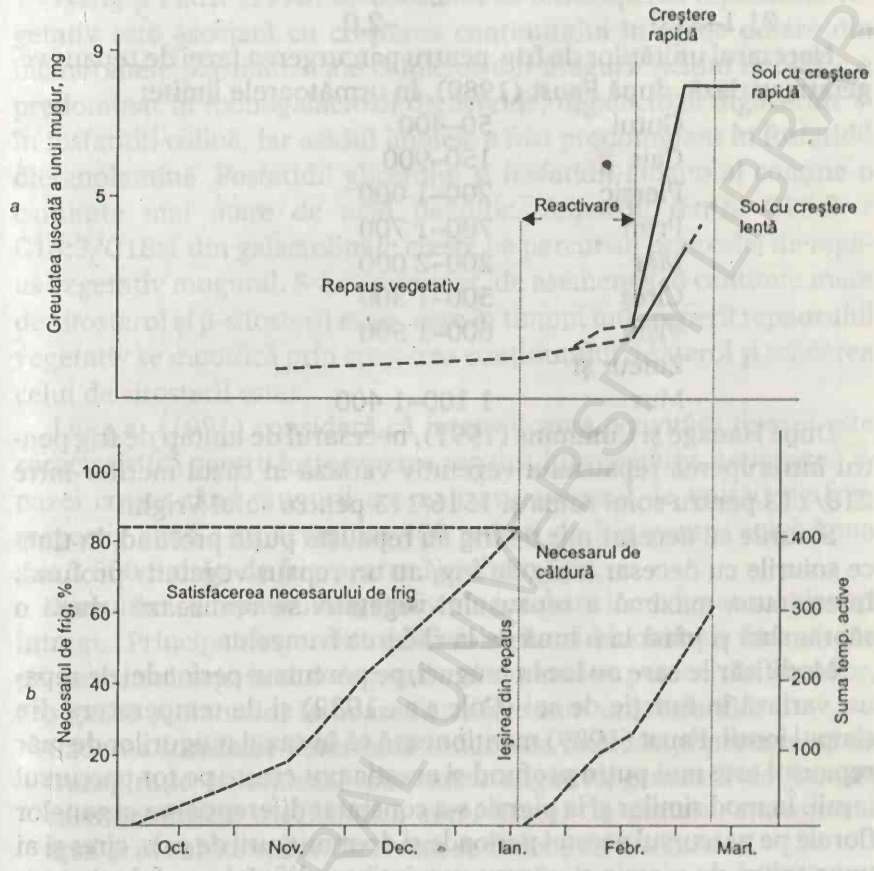


Fig. 6.2. Creşterea mugurilor (*a*) şi eşalonarea necesarului de frig şi căldură (*b*) la mugurii de cais (Legave ş.a., 1983)

mai redus, prelungind perioada de repaus. Astfel, după Richardson ş.a. (1974), convertirea valorii temperaturii în unităţi de frig se poate face astfel:

Temperatura, °C	Unităţi de frig
1,4	0
1,5–2,4	0,5
2,5–9,1	1,0
9,2–12,4	0,5
12,5–15,9	0
16,0–18,0	–0,5

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

18,1–21,5	–1,0
21,1–23,0	–2,0

Necesarul unităţilor de frig pentru parcurgerea fazei de repaus vegetativ variază, după Faust (1989), în următoarele limite:

Gutui	50–400
Cais	150–900
Piersic	200–1 000
Prun	700–1 700
Măr	200–2 000
Cireş	500–1 300
Vişin	600–1 500
Zmeur şi Mur	1 100–1 400

După Hauage şi Cummins (1991), necesarul de unităţi de frig pentru întreruperea repausului vegetativ variază în cazul merilor între 218/113 pentru soiul Anna şi 1516/113 pentru soiul Vright.

Soiurile cu necesar mic de frig au repausul puţin profund, în timp ce soiurile cu necesar mare de frig, au un repaus vegetativ profund. Intensitatea maximă a repausului vegetativ se realizează după o săptămână şi până la o lună de la căderea frunzelor.

Modificările care au loc în muguri, pe parcursul perioadei de repaus, variază în funcţie de soi (Cole ş.a., 1982) şi de temperatura din timpul iernii. Faust (1989) menţionează că în cazul mugurilor de măr repausul este mai puţin profund şi aceştia pot creşte pe tot parcursul iernii. În mod similar şi la piersic s-a constatat diferenţierea organelor florale pe parcursul acestei perioade şi doar mugurii de cais, cireş şi ai unor soiuri de piersic şi păr nu prezintă modificări morfologice, pe parcursul perioadei de repaus vegetativ. Ryugo (1990) menţionează că diferenţierea florilor poate continua în lunile de iarnă, până în perioada dezmuguritului.

În anii cu temperaturi scăzute în timpul iernii, aşa cum se constată în zonele cu climat temperat excesiv, creşterea primordiilor florale încetează. Astfel, în condiţiile climatice din România, organogeneza este blocată pe parcursul perioadei de repaus vegetativ şi se încheie primăvara.

După satisfacerea necesarului de frig, temperaturile ridicate însumate determină ieşirea din repausul vegetativ şi reluarea diviziunii celulare. Se consideră că sfârşitul perioadei de repaus vegetativ este indicat de formarea tetradelor, prin diviziunea ţesutului sporogen din anterele mugurilor florali.

Wang şi Faust (1990) au constatat că întreruperea repausului vegetativ este asociată cu creşterea conţinutului în lipide polare din membranele plasmatice ale celulelor din muguri. Acidul linolenic a predominat în monogalactozil digliceride, digalactozil digliceride şi în fosfatidil colină, iar acidul linoleic a fost predominant în fosfatidil dietanolamină. Fosfatidil glicerolul şi fosfatidil inozitolul conţine o cantitate mai mare de acid palmitic. Raportul dintre C18:2 + C18:3/C18:1 din galactolipide creşte pe parcursul perioadei de repaus vegetativ mugural. S-a determinat, de asemenea, o cantitate mare de sitosterol şi β-sitosteril ester, care în timpul întreruperii repausului vegetativ se modifică prin creşterea conţinutului de sterol şi scăderea celui de sitosteril ester.

Liu ş.a. (1991) consideră că intensificarea activităţii lipazei este caracteristică pentru întreruperea repausului vegetativ. Activitatea lipazei creşte când mugurii au realizat necesarul de unităţi de frig, respectiv când s-au acumulat 400 unităţi de frig pentru soiul Anna sau 2 600 unităţi de frig pentru Northern Spy.

Simultan cu repausul vegetativ mugural are loc şi repausul plantei întregi. Principalele modificări fiziologice şi biochimice care au loc pe parcursul repausului vegetativ al organelor perene ale pomilor, arbuştilor şi plantelor ierboase fructifere sunt următoarele:

- Căderea frunzelor determină reducerea intensităţii procesului de transpiraţie şi anulează presiunea negativă generată de frunze, care determină ascensiunea sevei brute. Ca urmare, transportul apei şi al substanţelor dizolvate se reduce ca intensitate.
- Scăderea temperaturii solului determină creşterea viscozităţii citoplasmei celulelor din rădăcini, corelat cu reducerea ritmului de absorbţie al apei şi al substanţelor minerale.
- Scăderea raportului dintre apa absorbită din sol şi cea eliminată prin transpiraţie favorizează plasmolizarea citoplasmei şi formarea plasmolizei de iarnă.
- Scăderea temperaturii aerului ambiant este în corelaţie cu temperatura organelor aeriene. La nivel celular, temperaturile negative determină creşterea viscozităţii citoplasmei, proces cu numeroase implicaţii: reducerea vitezei curenţilor citoplasmatici, a intensităţii procesului de respiraţie şi de producere a energiei biochimice şi diminuarea activităţii enzimatice.
- Scăderea presiunii din vasele conducătoare favorizează proliferarea spre vase a plasmalemei şi citoplasmei din plasmodesme,

formând tile. Acestea obturează vasele conducătoare, blocând circulaţia prin acestea.

- Hidroliza amidonului şi a proteinelor de rezervă şi acumularea glucidelor reducătoare şi a aminoacizilor rezultaţi conduce la creşterea presiunii osmotice celulare, favorizând creşterea rezistenţei la îngheţ a acestora şi furnizând în acelaşi timp substrat pentru procesul de respiraţie.

Intensitatea proceselor metabolice din plantele aflate în stare de repaus vegetativ sunt dependente de temperaturile din timpul iernii, cât şi de rezerva de substrat energetic.

Ieşirea din repausul vegetativ se caracterizează, din punct de vedere fiziologic şi biochimic, prin modificarea balanţei hormonale în favoarea hormonilor stimulatori de creştere. Conţinutul în acid abscisic din muguri scade ca urmare a unui proces de decarboxilare, iar conţinutul de auxine, gibereline şi citochinine creşte lent.

Giberelinele reprezintă principalele substanţe hormonale care determină întreruperea repausului vegetativ mugural la pomii şi arbuştii fructiferi. Din această cauză, soiurile cu un conţinut redus de gibereline în muguri înfloresc tardiv.

Cercetările recente au dovedit că în ieşirea din repausul vegetativ mugural sunt implicate şi poliaminele. Ele sunt necesare în faza de creştere a celulelor, în morfogeneză (Evans şi Malmberg, 1989) şi pot acţiona ca mesageri secundari în stimularea şi reglarea sintezei acizilor nucleici şi a proteinelor (Galston, 1983). Poliaminele: putresceina, spermina şi spermidina se acumulează în muguri, când necesarul de frig este satisfăcut, aşa cum s-a constatat în cazul cireşilor (Wang ş.a., 1985) sau al merilor (Wang şi Faust, 1994).

Tratamentele cu Ethephon în concentraţie de 120 mg/l, efectuate la piersic, soiul Redhaven, a întârziat înfloritul cu 5–9 zile (Crisosto ş.a., 1989). Tratamentul a stimulat acumularea acidului abscisic şi a etilenei în mugurii dorminzi, dar nu a modificat concentraţia în amidon, glucide reducătoare şi necesarul de frig.

Ieşirea din repausul vegetativ este însoţită de creşterea conţinutului în apă, deplasmoliza celulelor, hidroliza enzimatică a calozei din vasele conducătoare şi activarea reacţiilor metabolice. Conţinutul în apă al mugurilor creşte la 70–71 %, substanţa uscată solubilă scade la 8,4–9,0 %, se intensifică procesul de respiraţie şi activitatea unor enzime (ex. catalază şi peroxidază).

Hidratarea celulelor este însoţită de creşterea cantitativă a ADN-ului, mai întâi în meristemul apical, apoi în cel lateral şi în final

în meristemul central. După 3 săptămâni de la ieşirea din repausul vegetativ, se remarcă diviziunea meristemelor laterale şi apoi a celui apical.

Biodegradarea substanţelor de rezervă furnizează substratul necesar pentru procesul de respiraţie şi pentru sinteza noilor compuşi necesari pentru creşterea mugurilor vegetativi şi florali. Ieşirea din repaus a mugurilor florali precede pe cea a mugurilor vegetativi la alun şi cais şi se desfăşoară concomitent la cele mai multe specii. La Rubus s-a constatat ieşirea mai rapidă din repausul vegetativ a mugurilor aflaţi în zona coletului sau pe rădăcini, ceea ce se datoreşte probabil faptului că sinteza citochininelor are loc la nivelul rădăcinii.

Formarea frunzelor asigură pomilor şi arbuştilor fructiferi autonomia faţă de substanţele de rezervă, trecându-se la nutriţia fotosintetizantă.

Durata perioadei de repaus vegetativ poate fi influenţată nu numai de temperatură, ci şi de alţi factori externi. Astfel, Young şi Balankenship (1991) au constatat că reducerea concentraţiei oxigenului din aerul din sere la 3 % prelungeşte semnificativ durata repausului vegetativ mugural la măr.

Motisi ş.a. (1992) au constatat că defolierea, frecvent aplicată în zonele temperate la măr şi piersic, constituie un mijloc de scurtare a perioadei de repaus. Defolierea poate suplini necesarul de frig, permiţând înflorirea şi fructificarea în afara epocii caracteristice şi în unele cazuri favorizează realizarea unui al doilea ciclu vegetativ.

Efectul defolierii variază în funcţie de specie şi soi. Astfel, defolierea efectuată la sfârşitul lunii septembrie grăbeşte înfloritul la unele soiuri timpurii de piersic şi întârzie înfloritul la cele tardive (Lloyd şi Firth, 1990).

Ieşirea din repausul vegetativ poate fi stimulată şi prin aplicarea unor tratamente cu substanţe hormonale. Astfel, Erez ş.a. (1971) au recomandat în acest scop efectuarea de tratamente cu benziladenină (500 ppm) sau cu gibereline (50–200 ppm).

Ieşirea din repausul vegetativ, respectiv intrarea în vegetaţie, este indicată de formarea tetradelor (microsporogeneză) şi este determinată de realizarea unei sume a temperatrurilor active (care depăşesc pragul biologic), caracteristice pentru fiecare specie şi soi. Temperatura activă variază, după Mihăescu (1977), în funcţie de specie în următoarele limite:

Măr	8 °C	Vişin	8 °C
Păr	7,5–8,0 °C	Nuc	10 °C

Cais	6,0–6,5 °C	Alun	1–2 °C
Piersic	6,5–7,0 °C	Coacăz	6 °C
Migdal	5 °C	Căpşun	5 °C

Werner ş.a. (1988) au constatat că temperatura activă (de bază), pentru acumularea sumei gradelor de temperatură pentru înflorit, diferă de la soi la soi şi variază în cazul mărului între 4,3 şi 7,0 °C. Aceasta sugerează că diferenţele în ceea ce priveşte data înfloritului se datoresc diferenţelor dintre temperaturile active şi nu sunt determinate de necesarul de frig.

Intrarea în vegetaţie a mugurilor este marcată de umflarea acestora, datorită continuării proceselor de micro- şi macrosporogeneză. Celulele-mamă diploide ale ţesutului sporogen se divid reducţional, rezultând o tetradă de microspori haploizi, grăunciorii de polen. Acest proces se realizează în noiembrie la migdal, la mijlocul lui februarie şi în prima jumătate a lui martie la cais, piersic şi prun, în luna martie la cireş şi vişin. Durata fazei de tetradă şi de microspor este de 4 – 29 zile, cu excepţia migdalului la care poate ajunge la 98 de zile (Mănescu, Baciu şi Cosmin, 1975).

Macrosporogeneza are loc în ovulul tânăr. O celulă subepidermică, diploidă a nucelei, care reprezintă celula-mamă a sacului embrionar, se divide formând două celule suprapuse. Celula inferioară, care este celula iniţială a sacului embrionar, se divide prin meioză, formând patru celule haploide (macrosporii). Celula inferioară formează sacul embrionar, iar celelalte degenerează. Nucleul haploid al sacului embrionar se divide de trei ori, rezultând opt nuclee, dispuse câte patru la fiecare pol al celulei. Din cele trei nuclee din partea superioară se formează oosfera şi două sinergide, iar al patrulea migrează spre centru şi se uneşte cu un nucleu provenit de la polul inferior al celulei, rezultând nucleul secundar al sacului embrionar (diploid). Celelalte trei nuclee de la polul inferior al celulei formează trei celule antipode.

În loja ovariană a sâmburoaselor se găsesc 1–2 ovule, dintre care în mod frecvent numai unul va forma sămânţa. În cazul sămânţoaselor, de exemplu al merelor, în fiecare lojă carpelară se găsesc, de obicei, câte două ovule, dar la unele soiuri se pot înregistra şi patru ovule. Dintre acestea doar un ovul va forma seminţe.

Mugurii florali de la piersicii soiului Novedad de Cordoba, cultivat în Argentina, au formate la sfârşitul repausului vegetativ cele două ovule, iar anterele devin dehiscente cu 10 zile înainte de înflorit. În

mugurii florali şi în flori au fost identificate giberelinele: GA_1, GA_3 şi GA_8 (Luna ş.a., 1990).

Dezmuguritul durează la speciile sâmburoase între 15 şi 17 zile (Negrilă, 1971).

Înflorirea şi fructificarea se realizează la pomii, arbuştii şi plantele ierboase fructifere, pe parcursul a 3 etape:

- înflorirea, polenizarea şi fecundarea florilor;
- creşterea fructelor;
- maturarea fructelor.

6.4. Înflorirea

Dezmuguritul la speciile de pomi, arbuşti şi plante ierboase fructifere are loc în perioade diferite, în funcţie de momentul în care se acumulează o sumă caracteristică a temperaturilor active.

Temperatura minimă pentru înflorire variază în funcţie de specie (Mihăescu, 1977) în următoarele limite:

Măr	11 °C	Vişin	8 °C
Păr	13 °C	Nuc	15 °C
Prun	10–12 °C	Alun	4 °C
Cais	10–12 °C	Coacăz	12 °C
Piersic	10 °C	Căpşun	12 °C
Migdal	10 °C		

Temperatura optimă pentru înflorire variază în limite mai mari, aşa după cum rezultă din următoarele exemple:

Măr	12–19 °C	Nuc	15–20 °C
Cais	19 °C	Coacăz	17–18 °C
Piersic	13–16 °C	Căpşun	14–18 °C

Suma temperaturilor active necesare pentru înflorit este determinată genetic, dar nu se cunosc receptorii termici şi nici mecanismul de transmitere a informaţiilor privind nivelul temperaturii (Faust ş.a., 1976).

În Italia se utilizează noţiunea de "sumă a orelor cu temperaturi de creştere" (*growing degree hours*). Conversia temperaturilor medii orare, în ore cu temperaturi pentru creştere (GDH), se face cu ajutorul următorului tabel de conversie:

Temperatura, °C	GDH	Temperatura, °C	GDH
4,5	0	15,5	11
5,5	1	16,5	12
6,5	2	17,5	13

7,5	3	18,5	14
8,5	4	19,5	15
9,5	5	20,5	16
10,5	6	21,5	17
11,5	7	22,5	18
12,5	8	23,5	19
13,5	9	24,5	20
14,5	10	25,5	21

În cazul soiului de pere Williams, sunt necesare 5 044 ore cu temperaturi de creştere pentru iniţierea antezei, pentru ca la sfârşitul acestui proces să se acumuleze 5 644 ore. Soiul de măr Red Delicious are nevoie de 6 172 ore cu temperaturi de creştere şi de 6 933 ore pentru finalizarea acestui proces.

Se remarcă faptul că temperatura activă care se ia în calcul de către specialiştii italieni are valoarea minimă de prag de 5,5 °C faţă de 8 °C care este considerată valoarea minimă a temperaturii active în România.

Scalabrelli ş.a. (1992) au constatat că numărul de ore cu temperaturi de creştere necesare pentru dezmugurit variază în funcţie de latitudine, eşalonarea temperaturii şi de nivelul acesteia. Necesarul de temperatură pentru dezmugurit este invers proporţional cu durata perioadei de expunere la temperaturi coborâte (5 °C), necesară pentru întreruperea repausului vegetativ (Durner şi Gianfanga, 1991). Într-o etapă avansată de ieşire din repausul vegetativ, temperaturile apropiate de 0 °C sunt responsabile de inhibarea dezmuguritului.

Dezmuguritul poate fi stimulat prin aplicarea de citochinine sintetice ca: benziladenina sau tiabutrazolul (Williams şi Stahly, 1968; Wang şi Steffens, 1989). Substanţele respective nu sunt translocate şi din această cauză efectul lor se manifestă numai la mugurii trataţi.

Diferenţa dintre suma temperaturilor active necesară pentru dezmuguritul diferitelor specii determină eşalonarea acestui proces. Astfel, caisul şi cireşul dezmuguresc mai timpuriu, în timp ce mărul, părul şi gutuiul dezmuguresc mai târziu.

Pe parcursul procesului de înflorire se deosebesc mai multe faze, numărul lor variind în funcţie de autor. Negrilă (1982) deosebeşte la măr şi păr 10 faze fenologice, notate cu litere mari –A –J, care, la rândul lor, pot să aibă substadii, notate cu litere şi cifre (ex. C_1).

A – Mugur în repaus vegetativ.

B – Începutul creşterii, între catafilele mugurului se observă puncte (linii) verzi.

C – Umflarea evidentă a mugurilor, diametrul acestora depăşind de 2,5 ori grosimea punctului de inserţie.

C_1 – Mugur alungit, catafilele acoperă numai partea inferioară a acestora.

C_2 – În vârful mugurului se observă 1–2 vârfuri de frunze.

D – Apariţia bobocilor florali.

E – Creşterea inflorescenţei şi detaşarea florilor.

F – Înflorirea propriu-zisă.

G – Începutul căderii petalelor.

H – Sfârşitul căderii petalelor şi începutul creşterii fructului.

I – Creşterea fructului (diametrul mai mare de 2,5 ori decât receptaculul florii).

J – Fructul are de 5 ori diametrul receptaculului florii.

După Kupermann (1955), procesul de înflorire are 12 faze, iar după Zeller (1960), 10 faze. În cazul speciei Malus, Zeller (1960) a identificat următoarele faze ale procesului de înflorire:

0. Faza vegetativă în care meristemul apical al mugurului este plat.
1. Începutul fazei generative caracterizată prin alungirea meristemului apical.
2. Diferenţierea caliciului.
3. Diferenţierea corolei.
4. Diferenţierea staminelor.
5. Diferenţierea stigmatului.
6. Diferenţierea arhesporului în sacii polinici.
7. Diferenţierea celulelor-mamă ale polenului şi diferenţierea ovulelor.
8. Diferenţierea tetradelor de polen.
9. Grăunciorii de polen sunt liberi în antere, diferenţierea nucelei în ovule.
10. Diferenţierea sacului embrionar.

Înfloritul nucului cuprinde, după Antoniuk (1970), 8 faze pentru florile bărbăteşti şi 7 faze pentru cele femeieşti, după cum urmează:

1. Formarea meristemului generativ.
2. Individualizarea primordiilor bracteelor.
3. Formarea primordiilor florilor pe axul inflorescenţei.
4. Formarea primordiilor bracteolelor şi a perigonului.
5. Apariţia primordiilor anterelor.
6. Formarea sacilor polinici în antere.
7. Formarea polenului (microsporogeneză).

8. Deschiderea florii, polenul matur.

Florile femeieşti de nuc parcurg următoarele fenofaze:

1. Formarea meristemului generativ.
2. Formarea primordiilor bracteelor florale.
3. Individualizarea primordiilor florale.
4. Formarea primordiilor bracteolelor şi a perigonului.
5. Individualizarea primordiilor gineceului şi formarea lojilor ovariene.
6. Creşterea stigmatelor, formarea ovulului şi a arhesporului.
7. Macrosporogeneza şi gametogeneza (formarea sacului embrionar).

Fenofazele înfloritului la inflorescenţele bărbăteşti de alun sunt următoarele:

Dm – Amenţi de grosimea unui creion, cu lungimea de 4–8 cm.

Em – Alungirea rapidă a amenţilor.

Fm_1 – Începutul eliberării polenului.

Fm_2 – Deschiderea totală a anterelor şi eliberarea masivă a polenului.

Gm_1 – Brunificarea anterelor şi deshidratarea amenţilor.

Hm – Căderea amenţilor.

Fenofazele înfloritului la înflorescenţele femeieşti de alun sunt următoarele:

Df – Inflorescenţa femeiască nediferenţiată.

Ef – Apariţia stigmatelor.

Ef_1 – Alungirea stigmatelor.

Ef_2 – Înflorirea deplină.

Ef_3 – Deshidratarea stigmatelor.

H – Dezmuguritul.

Formarea florilor are loc:

- simultan pe întreaga plantă, aşa cum este cazul pomilor fructiferi;
- eşalonat pe o perioadă mai îndelungată de timp, aşa cum este cazul la căpşun, zmeur şi mur.

La alun, înflorirea are loc în luna februarie, mai întâi inflorescenţele femeieşti şi apoi după 1–2 săptămâni, cele bărbăteşti.

În funcţie de modul de dispunere a organelor sexuate mascule şi femele, florile pomilor, arbuştilor şi ale plantelor ierboase fructifere pot fi clasificate astfel:

- flori hermafrodite la: măr, păr, gutui, cireş, vişin, prun, cais, piersic, migdal, scoruş, moşmon, zmeur, mur, afin;
- flori unisexuat monoice la: alun, nuc, castan;

- flori funcţional unisexuat dioice la: unele soiuri de căpşun;
- flori unisexuat dioice la: smochin, kiwi.

Dintr-un mugur se formează o singură floare la: cais, piersic, migdal, gutui etc. şi o inflorescenţă: la cireş, vişin, prun, măr, păr şi nuc. La măr, de exemplu, sub floarea terminală se formează 3–5 flori laterale, iar la cireş se formează 3–4 flori.

Morfologia florală variază în funcţie de familie, gen şi chiar specie (*Tabelul 6.2.*). Se remarcă faptul că florile plantelor din familia *Rosaceae* se caracterizează prin prezenţa a 5 sepale, 5 petale, numeroase stamine şi un pistil. În cazul genului *Rubus* florile au 56–121 pistile înconjurate de numeroase stamine.

Alunul, de exemplu, are flori monoice: florile mascule sunt dispuse în amenţi lungi, alcătuiţi din 130–280 flori, fiecare având 4–8 stamine, protejate de o bractee şi de 2 bracteole. Un ament poate elibera până la 5 milioane de grăuncioare de polen. Florile femele, sub formă de cime dicaziale, conţin la interiorul involucrului până la 8 flori, fiecare fiind alcătuită dintr-un ovar conţinând 2 ovule, 2 stile şi 2 stigmate.

Sanz şi Montanes (1995) recomandă pentru aprecierea gradului de nutriţie a piersicilor, analiza florilor, după 60 şi 120 zile de la înflorit. Valorile optime ale conţinutului în elemente minerale, raportat la substanţa uscată, sunt: 2,91 % azot, 0,39 % fosfor, 1,70 % calciu şi 0,23 % magneziu.

Perioada de înflorire variază în funcţie de specie şi soi şi are loc în luna februarie la alun, în lunile aprilie–mai (în funcţie de condiţiile climatice), la cele mai multe specii pomicole, eşalonat pe tot parcursul primăverii la căpşun şi pe parcursul verii la zmeur şi mur.

Eşalonarea înfloritului la speciile pomicole este următoarea: alun, migdal, cais, piersic,cireş, vişin, prun, păr, măr, gutui, scoruş, nuc şi castan.

În cazul aceleiaşi specii, înfloritul diferitelor soiuri este eşalonat şi din această cauză se plantează împreună soiuri cu aceeaşi epocă de înflorire, pentru a asigura polenizarea încrucişată.

În cazul aceleiaşi specii, înfloritul este eşalonat astfel: la măr înfloresc mai întâi florile de la baza corimbului, iar la măr cele din centrul inflorescenţei. De asemenea, înfloresc mai întâi florile de pe ţepuşe şi apoi cele de pe ramurile lungi (nuieluşe şi mlădiţe).

Nucul înfloreşte la începutul lunii aprilie, iar durata de înflorire a amenţilor este de aproximativ 7 zile. Înflorirea are loc în sens acropetal, de la baza amentului spre vârf. Florile femeieşti înfloresc la unele

Tabelul 6.2. **Caracteristici morfologice ale florilor unor specii de pomi şi arbuşti fructiferi**

Genul	Tipul de inflorescenţă	Direcţia de înflorire	Număr de stamine	Număr de carpele	Număr de ovule/carpelă
Malus	cimă	centrifugal	cca, 20 (50)	5	2–4
Pyrus	corimb	centripet	20 (30)	2–5	2
Cydonia	flori solitare	—	20	5	numeroase
Amygdalus	solitare	—	30	1	1
Cerasus	umbelă sesilă	centripet	cca 30	1	1–2
Armeniaca	solitare	—	cca 30	1	1–2
Persica	solitare	—	cca 30	1	1–2
Rubus	cimă	centrifug	56–121	multe	1

soiuri simultan cu cele bărbăteşti, în timp ce la alte soiuri există un decalaj, acest proces având loc la sfârşitul lunii aprilie. Perioada dintre dezmugurit şi până la fecundare este de 17–18 zile la soiurile care înfloresc simultan şi 25–28 zile la cele protandre (Mănescu, Baciu şi Cosmin, 1975).

Durata de înflorire a perilor este în medie de o săptămână (Paris, 1998).

Eliberarea polenului din amenţii de alun durează mai mult de o lună, iar plantele femeieşti sunt receptive la polen aproximativ două luni (Germain şi Dimoulas, 1979). Cele mai multe soiuri de alun sunt protandre (florile bărbăteşti înfloresc înaintea celor femeieşti), dar se întâlnesc şi soiuri dihogame (florile bărbăteşti şi cele femeieşti înfloresc odată) şi soiuri protogine (florile femeieşti înfloresc înaintea celor bărbăteşti).

Începutul înfloritului corespunde cu momentul în care 12–15 % din florile de pe un pom sunt deschise (Faust, 1989). Maximumul înfloritului corespunde cu momentul în care jumătate din florile de pe o plantă au corola deschisă, iar sfârşitul înfloritului corespunde cu timpul în care 95–100 % din flori sunt deschise.

În cazul mărului, se deschide mai întâi floarea centrală din inflorescenţă şi se continuă spre cele bazale. Florile dintr-o inflorescenţă se deschid în 6–9 zile (Mănescu, Baciu şi Cosmin, 1974).

Înflorirea este marcată şi de eliberarea polenului din antere, de macrosporogeneză, aceste modificări structurale interne făcând posibilă desfăşurarea procesului de polenizare, apoi a celui de fecundare.

6.5. Polenizarea

Polenul are dimensiuni mici, în cazul părului variind între 31 şi 35 μ (Paris, 1998) şi nu este bine adaptat la transportul prin vânt.

Polenul care ajunge pe stigmatul florilor provine de la aceeaşi floare, de la alte flori de pe aceeaşi plantă sau de la alte plante. Din acest punct de vedere se deosebesc:

- specii sau soiuri autofertile, ale căror ovule pot fi fecundate de polenul propriu: majoritatea soiurilor de cais şi piersic, unele soiuri de prun şi măr, arbuşti etc.;
- specii sau soiuri autosterile, care nu pot fi polenizate cu polenul propriu, aşa cum este migdalul, cireşul, cele mai multe soiuri de alun, prun şi vişin, precum şi câteva soiuri de cais şi piersic.

Lespinasse şi Kapusta (1984) susţin că mărul este o specie autocompatibilă polinic de tip gametofitic. Incompatibilitatea se datoreşte inhibării creşterii tuburilor polinice de către stil, fapt ce împiedică fecundarea ovulelor. În acest sistem gametofitic se admite că fiecare grăuncior de polen conţine o singură alelă S, specifică genotipului de incompatibilitate şi prezenţa unei allele identice în stil determină reacţia de inhibare a creşterii.

Kester ş.a. (1994) au studiat soiurile autosterile diploide (2n=16), de migdal şi consideră că acesta este de tip monogenic, gametofitic, similar cu celelalte specii de *Rosaceae* (Crowe, 1964).

Socis şi Company (1991) consideră că există un locus de control genetic al autosterilităţii, precum şi mai multe allele specifice.

Soiurile intersterile se caracterizează prin faptul că polenul unui soi nu poate fecunda ovulele altui soi.

Soiurile interfertile se caracterizează prin faptul că polenul unui soi poate fecunda ovulele altui soi.

Speciile sau soiurile fără polenizare: partenocarpice sau apomictice, formează fructe fără a avea loc polenizarea şi fecundarea, aşa cum este cazul la smochin.

Soiurile androsterile se caracterizează prin lipsa polenului în anteră, aşa cum este cazul soiului de prun Tuleu gras şi a descendenţilor acestuia.

Clasificarea speciilor pomicole din punctul de vedere al polenizării este prezentată în *tabelul 6.3.*

În ultimul timp au fost create soiuri de cireş şi vişin autofertile.

Transportul polenului de pe stamine pe stigmatul florii poate să aibă loc în aceeaşi floare (autopolenizare) sau între flori diferite (polenizare încrucişată).

Autopolenizarea este caracteristică pentru: caişi (cu excepţia câtorva soiuri), vişini (soiuri noi), coacăz (cele mai multe soiuri), piersici (cu excepţia unor soiuri), căpşuni şi agriş (cele mai multe soiuri).

Polenizarea încrucişată are loc la : măr, cireş (cu excepţia unor soiuri), afin (exceptând unele soiuri).

Polenizarea este efectuată şi de insecte, care sunt atrase de nectarul florilor. Astfel, florile de păr pot secreta 0,8–2,0 mg nectar, concentraţia acestuia în glucoză şi fructoză variind între 2 şi 37 %, în funcţie de oră, umiditatea relativă a mediului şi faza fenologică (Paris, 1998).

Cantitatea de polen existentă într-o anteră variază în raport cu specia între 1 000 şi 3 000 grăuncioare la păr, 400 – 1 800 grăuncioare la prun, 700 – 1 300 grăuncioare la piersic şi până la 20 000 la alun (Faust, 1989; Baldini, 1992). În general, florile care nu au petalele colorate, au cantităţi mai mari de polen (nuc, alun, castan) faţă de speciile cu corola colorată, care atrag insectele fiind mai uşor polenizate.

În cazul speciilor anemofile, grăuncioarele de polen sunt foarte uşoare şi au dimensiuni microscopice. Astfel, în cazul alunului, diametrul grăuncioarelor de polen variază între 25 şi 40 μm.

Suprafaţa polenului este ornată specific, exina conţine sporopolenină copolimer oxidat al carotenilor, rezistent la degradare, iar intina conţine celuloze, hemiceluloze şi polimeri pectici. Polenul este reţinut pe suprafaţa stigmatului florilor cu ajutorul unor substanţe adezive.

Stigmatul este un organ glandular pe suprafaţa căruia se găsesc papile care secretă un exudat alcătuit din arabano-galactani, monoglucide, glicoproteine şi glicolipide, precum şi enzime.

Recunoaşterea dintre polen şi stigmat se realizează pe cale chimică sau genetică. Polenul care germinează eliberează proteine re-

Tabelul 6.3. **Clasificarea pomilor fructiferi din punctul de vedere al polenizării**

Specia	Tipul de floare	Polenizarea
Alun	Unisexuat monoic	Polenizare indirectă. În general, autosteril
Cais	Hermafrodit	Directă şi indirectă. În general, autofertil
Castan	Unisexuat, monoic	Polenizare indirectă. În general, autosteril
Cireş	Hermafrodit	Polenizare indirectă. Autosteril şi doar parţial autofertil
Măr	Hermafrodit	Polenizare indirectă. Autosteril şi doar parţial autofertil
Nuc	Unisexuat monoic	Polenizare indirectă. Autofertil
Păr	Hermafrodit	Polenizare indirectă. Autosteril, frecvent partenocarpic
Piersic	Hermafrodit	Polenizare directă şi indirectă. În general, autofertil. Unele soiuri androsterile (J.H. Halle)
Prun	Hermafrodit	Polenizare indirectă. Unele soiuri autofertile, altele autosterile (Reine Claude) sau androsterile (Tuleu gras)
Vişin	Hermafrodit	Polenizare directă şi indirectă. Soiuri autofertile, dar şi autosterile

ceptoare, care permit recunoaşterea dintre stigmat şi polen. După Baldini (1986), multe dintre aceste proteine sunt enzime hidrolitice, care asigură penetrarea tubului polinic prin stil. Acest proces este stimulat de auxinele, giberelinele şi poliaminele existente în grăuncioarele de polen (Dorffling, 1984).

Recunoaşterea dintre polen şi stigmat se poate realiza şi pe cale genetică, prin prezenţa unor allele specifice. Germain ş.a. (1981) au constatat că din 246 de încrucişări dintre 25 soiuri de alun, 101 sunt incompatibile, stigmatul fiind organul care refuză polenul. Acest proces de incompatibilitate este de tip sporofitic, reacţia polenului fiind determinată de 2 allele prezente în ţesutul anterelor, la un singur locus S.

Germein şi Dimoulas (1979) consideră că germinarea polenului este un proces osmotic. Polenul alunului, de exemplu, este bogat în

substanţe osmotic active, absoarbe apa din lichidul de pe stigmat şi, ca urmare, presiunea de turgescenţă creşte. Membrana externă este rigidă, impermeabilă şi este prevăzută cu pori. Sporirea presiunii de turgescenţă, ca urmare a endosmozei, determină ieşirea membranei interne prin pori, sub forma mai multor prelungiri, tuburi polinice, dintre care unul creşte mai mult.

Absorbţia apei de pe stigmat determină hidratarea polenului în decurs de 10 secunde, până la 10 minute în funcţie de specie, după care începe germinarea (Cresti, 1977). În timpul germinării polenului se generează un potenţial de acţiune de – 184...– 220 mV care se propagă cu viteza de 1,3 – 3,5 cm/s, care determină modificări ale metabolismului pistilului. În acelaşi timp, are loc biosinteza etilenei.

Temperatura optimă pentru polenizarea florilor la speciile din zonele temperate variază între 15,5 şi 26,5 °C. Face excepţie alunul la care temperatura optimă de polenizare este relativ coborâtă (7 °C). Temperaturile care depăşesc 21 °C pentru alun şi 26,5 °C pentru celelalte specii inhibă germinarea polenului. Astfel, la soiul de măr Astrahan roşu polenul devine inactiv la temperatura de 20 °C, în timp ce la soiul Cox Orange Pippin, germinarea polenului nu este afectată la temperatura de 32 °C (Nyeki, 1980).

Temperatura în perioada înfloritului, dintr-o anumită zonă, constituie un factor limitativ pentru cultura soiurilor. Astfel, soiul de măr Delicios roşu se cultivă în zone mai calde, deoarece necesită în timpul înfloritului temperatura de 17 °C, în timp ce soiul De Kalter poate fi cultivat în zone mai reci, având nevoie în perioada respectivă de temperaturi variind între 12 şi 14 °C.

Temperaturile coborâte pot inhiba procesul de polenizare, în cazul speciilor entomofile, prin inhibarea zborului insectelor. Efectul negativ se resimte şi asupra vitezei de germinare a polenului. Polenizarea entomofilă este redusă la temperaturi sub 15 °C şi optimă la 20–22 °C. Acest tip de polenizare este stimulat de prezenţa glandelor nectarifere, care atrag insectele prin conţinutul în glucide al nectarului. Nectarul florilor de cireş conţine până la 55 % glucide, iar cel de păr, până la 15 %.

Temperaturile coborâte pot să determine şi moartea unor celule din organele florale. Cele mai sensibile sunt ovulele, ale căror celule pot fi omorâte la –2 ... –3 °C. Polenul este mult mai rezistent la acţiunea temperaturilor coborâte, menţinându-şi viabilitatea până la temperatura de –18 °C.

Efecte negative asupra procesului de polenizare pot să aibă şi precipitaţiile abundente din această perioadă. Vânturile uscate din perioada înfloritului pot să împiedice zborul insectelor şi deshidratează substanţele de pe stigmat, diminuând procesul de germinare a polenului.

Procentul de germinare al polenului variază în funcţie de specie, soi şi de condiţiile de germinare. Astfel, Keulemans (1984) a constatat că procentul de germinare al polenului de prun, la temperatura de 6 °C, a variat între 6 % la soiul Reine Claude Althan şi 56 % la soiul Opal.

Reuşita polenizării este dependentă de durata polenizării, care este determinată de viteza de creştere a tuburilor polinice şi de durata de viaţă a ovulelor.

Durata polenizării variază astfel: în cazul merilor perioada utilă de polenizare a unei flori este de 6–7 zile, a florilor dintr-o inflorescenţă variază între 8 şi 9 zile, iar intervalul de timp pentru toţi pomii dintr-o plantaţie este de cca 14 zile. În cazul alunului, durata polenizării depăşeşte o lună, dar condiţiile optime de receptivitate a polenului se realizează după 15 zile de la înflorit, când stigmatele sunt complet dezvoltate.

Tubul polinic este format din prelungirea intinei, care străbate exina printr-un por germinativ al polenului. Acesta este alcătuit din calloză, care este sintetizată de complexul Golgi şi este transportată spre capătul acestuia de veziculele transportoare. În zona terminală a acestuia conţinutul este utilizat pentru formarea peretelui tubului polinic, iar membrana veziculei este încorporată în plasmalemă.

Tubul polinic este atras chimiotropic de ovar, iar viteza de creştere a tuburilor polinice la 6 soiuri de prun variază, după Kulemans (1984), astfel: 0,003 şi 0,013 mm/oră la temperatura de 6 °C, între 0,013 şi 0,027 mm/oră la temperatura de 9 °C şi între 0,051 şi 0,070 mm/oră la temperatura de 18 °C.

Le Lezec ş.a. (1997) au precizat că tuburile polinice pot străbate stilul perelor din soiurile Decana comisiei şi Williams în 6–7 zile, în timp ce longevitatea ovulelor este apreciată la 8 zile. Durata de viaţă a ovulelor minus timpul necesar pentru creşterea tuburilor polinice este estimată de Williams (1966) la 1–2 zile pentru perele din soiul Decana comisiei, 7 zile pentru Williams şi 10 zile pentru Conferance, în condiţiile din Anglia. Această perioadă este cu atât mai lungă cu cât temperaturile în perioada de primăvară sunt mai coborâte.

În cazul părului, tubul polinic poate ajunge la ovule în 60–72 ore, dacă temperatura ambiantă se menţine între 17 şi 22 °C (Paris, 1998). Viteza de creştere a tubului polinic se reduce o dată cu creşterea temperaturii peste 27 °C, precum şi o dată cu scăderea acesteia, devenind nulă la temperaturi mai mici de 5 °C.

Baldoni ş.a. (1992) menţionează că viteza de creştere a tubului polinic este în funcţie de temperatura ambiantă. În cazul florilor de prun sunt necesare 8 zile pentru creşterea tubului polinic, când temperatura variază între 10 şi 11 °C şi numai 4 zile, când temperatura variază între 20 şi 21 °C.

În cazul cireşului, tubul polinic ajunge la baza stilului în 2–3 zile când temperatura ambiantă variază între 21 şi 25 °C.

Alunul prezintă o particularitate, polenizarea având loc în perioada de iarnă (ianuarie–februarie), când temperatura nu trebuie să depăşească 7 °C. Polenul ajuns pe stigmat, germinează în perioada cu temperatură optimă, astfel încât în 10 zile tubul polinic ajunge la baza stilului, unde găseşte un ţesut nediferenţiat: primordiul ovarului (Germain şi Leglise, 1973). Dacă floarea a fost polenizată, ţesutul se diferenţiază lent într-un ovar, iar fecundarea are loc 4–5 luni mai târziu, la sfârşitul lui mai–începutul lui iunie.

După polenizare, staminele se pot usca şi persistă în zona calicială, după formarea fructelor de măr şi păr, sau cad, aşa cum este cazul la cireş, vişin, cais etc. Sepalele pot persista la baza fructelor de căpşun, însă petalele cad la toate speciile. Acest proces de cădere (abscisie) a organitelor florale este determinat de biosinteza etilenei şi a acidului abscisic. Sub influenţa acestor hormoni se formează o zonă de abscisie la baza organelor caduce, unde se intensifică activitatea enzimelor pectice şi a celulazei, care determină desprinderea celulelor una de alta.

6.6. Procesul de fecundare şi formarea fructelor

Tubul polinic străbate stilul, stigmatul şi ovarul şi pătrunde în sacul embrionar. Vârful tubului polinic şi nucleul vegetativ se reabsorb, iar nucleul generativ se divide formând două nuclee spermatice. Unul se uneşte cu oosfera, dând naştere zigotului principal, iar cel de al doilea se uneşte cu celula secundară a sacului embrionar, formând zigotul secundar (accesoriu).

Ovulele fecundate devin centre de atracţie pentru substanţele nutritive şi hormonale, ceea ce stimulează creşterea fructelor şi a seminţelor.

Tubul polinic poate ajunge la ovule în 1–2 zile, în funcţie de temperatura ambiantă, iar celula secundară a sacului embrionar este viabilă 3–4 zile la cireş, 6–7 zile la măr şi 8–10 zile la căpşun (Baldoni, 1992). După Nyeki (1980), durata de viabilitate a ovulelor din florile de măr este de 5 zile la cele din grupa Delicious, 7–8 zile la Jonathan şi 10–12 zile la Melba. Ovulele din cireşele soiului Windsor degenerează după 2 zile.

Rovesi (1994) menţionează că cireşii cultivaţi în zona de câmpie a Italiei au o viabilitate a nucleului sacului embrionar de 5 zile, iar durata de creştere a tubului polinic este de 3 zile. Deci perioada utilă de fecundare este de 2 zile, iar polenizarea efectuată după ziua a 3-a de la deschiderea florilor nu mai poate asigura procesul de fecundare.

Temperatura optimă pentru fecundare variază la cele mai multe specii pomicole între 22 şi 25 °C. Efectul temperaturii variază în funcţie de soi. Astfel, Deckers (1983) a constatat o germinare excelentă a polenului, indiferent de temperatură, în cazul soiurilor de măr: James Grieve, Idared şi al soiurilor de păr: Favorita lui Clapp şi Decana comisiei.

În urma procesului de fecundare se formează fructele şi seminţele. Fructele iau naştere din diferite organe ale florilor fecundate. Astfel, fructele principalelor specii pomicole se formează din următoarele organe:

- Fam. *Rosaceae*
  - Subfam. *Maloideae* – fructul poamă se formează din receptacul şi gineceu.
  - Subfam. *Prunoideae* – fructul drupă se formează din ovar.
  - Subfam. *Rosoideae* – fructul polidrupă (zmeură) şi poliachenă (fragi) se formează din numeroasele carpele libere ale gineceului.
- Fam. *Saxifragaceae*
  - Subfam. *Ribesoideae* – fructul bacă se formează din receptacul şi ovar (coacăze).
- Fam. *Juglandaceae* – fructul drupă se formează din receptacul şi ovar (nucă).
- Fam. *Fagaceae* – fructul achenă se formează din receptacul şi ovar (castană).
- Fam. *Cornaceae* – fructul drupă se formează din ovar (coarnă).

- Fam. *Moraceae* – fructul sorocă se formează prin concreşterea învelişurilor florale care devin cărnoase (dude) şi care protejează câte o achenă formată din ovar.

– fructul achenă se formează din ovarele gineceului (smochine).

Peretele ovarului se diferenţiază în trei zone componente ale fructelor:

Epiderma externă a ovarului formează învelişul protector al fructului, denumit *pericarp*. Acesta este alcătuit din epidermă şi mai multe straturi de celule hipodermice (5–7). Epiderma este învelită la exterior cu cuticulă, care reprezintă un înveliş extern cu grosimea de 1–15 μm. Cutina conţine polimeri lipidici cu 16 şi 18 atomi de carbon şi mici cantităţi de compuşi fenolici. Acizii graşi din aceşti polimeri conţin două sau mai multe grupări hidroxilice (Kolattukudy şi colab., 1982). Biosinteza cutinei are loc pe suprafaţa exterioară a pereţilor celulari, utilizându-se monomeri sintetizaţi în reticulul endoplasmatic neted din celulele epidermice.

Permeabilitatea cuticulei pentru apă şi gaze este mai redusă şi în funcţie de aceasta se menţine turgescenţa fructelor în perioada postrecoltă. Cercetările efectuate de Chamel (1996), referitoare la permeabilitatea cuticulei merelor pentru calciu (0,1 mmol $CaCl_2$), au relevat că valoarea coeficientului de permeabilitate a fost $1{,}852 \times 10^{-6}$ cm/s, iar cea a coeficientului de difuziune a fost $13{,}830 \times 10^{-11}$ cm^2/s.

Parenchimul carpelelor formează mezocarpul fructelor, care este alcătuit din celule mari parenchimatice.

Epiderma internă a carpelelor formează endocarpul, care în cazul drupelor se lignifică şi formează sâmburele.

Vascularizarea fructelor diferă în funcţie de specie. Astfel, în cazul merelor, fasciculele din pedicel se ramifică în 5 fascicule carpelare şi 10 fascicule principale, situate la mijlocul distanţei dintre epicarp şi endocarp, care, la rândul lor, se ramifică în numeroase fascicule secundare şi terţiare.

În cazul drupei de la piersici există două fascicule placentare, câte unul pentru fiecare ovul. Acestea trec prin baza sâmburelui şi ajung la seminţe, în care pătrund prin funicul, după care se ramifică în tegument şi nucelă. Fasciculele periferice străbat mezocarpul fructului în care se ramifică lateral.

Pereţii celulari sunt alcătuiţi din celuloză, pectine, hemiceluloze (formate în principal din xiloglucani) şi cantităţi mici de extensină.

Printre moleculele acestor substanţe se găsesc spaţii capilare, cu diametrul de cca 10 nm, care asigură transportul pe cale apoplasmică.

Partenocarpia reprezintă procesul de formare a fructelor, din ovarele florilor nefecundate. Aceste fructe se caracterizează prin lipsa seminţelor.

Fructe partenocarpice se obţin în mod natural la *Citrus sinensis*, care are un conţinut ridicat de auxine. În mod artificial pot fi obţinute prin tratamente cu substanţe hormonale. Astfel, în cazul părului se pot obţine fructe partenocarpice prin aplicarea de tratamente cu gibereline.

Fructe partenocarpice pot fi obţinute la diferite specii, ca de exemplu la: măr, păr, smochin şi sunt în general mai mici decât fructele aceluiaşi soi obţinute în urma polenizării.

Sterilitatea poate avea cauze multiple: morfologice, citologice şi factoriale.

Sterilitatea morfologică se datoreşte deficienţelor în formarea staminelor (androsterilitate) sau a ovarelor (ginosterilitate). Androsterilitatea se manifestă la unele soiuri de piersic, păr, prun, iar ginosterilitatea – la unele specii pomicole ornamentale.

Sterilitatea citologică se manifestă la soiurile triploide de măr şi păr, la care polenul este puţin germinabil (ex., 5 % la Olivier de Serres şi 15 % la Untoasa Diel).

La vişin are loc uneori o pierdere de cromozomi în timpul meiozei, polenul având o proporţie redusă de germinabilitate.

În unele cazuri sterilitatea citologică este datorată zigoţilor care nu pot da naştere la embrioni viabili, fructele având seminţe lipsite de embrion.

Sterilitatea factorială se datoreşte incompatibilităţii polenului cu stigmatul, mecanismul biochimic al acestui proces are la bază prezenţa proteinelor receptoare care permit recunoaşterea dintre polen şi stigmat.

În caz de incompatibilitate, creşterea tubului polinic este blocată printr-un mecanism genetic, determinat de prezenţa unei gene cu mai multe allele S (până la 40). Dacă una sau două allele S ale polenului se găsesc în pistil, se determină biosinteza unei ribonucleaze, care biodegradează ARN-ul din polen, inhibând creşterea tubului polinic (Fosketh, 1994).

6.7. Căderea fiziologică a florilor şi fructelor

Căderea fiziologică a florilor şi fructelor are loc în trei etape diferite.

Prima cădere se constată în cazul florilor nefecundate, care se desprind de pe ramuri şi cad, după 6 săptămâni de la faza de boboc floral sau la 1–2 săptămâni după fecundare. Această cădere fiziologică se datoreşte şi gradului ridicat de sterilitate a ovulelor, care poate ajunge la 5 % la soiul de păr Williams şi 18 % la Decana comisiei (Le Lezec ş.a., 1997). Proporţia florilor nefecundate variază mult de la an la an, în funcţie de condiţiile climatice, putând ajunge la peste 50 % din numărul acestora.

Baldini (1986) menţionează că, în general, cad mai uşor florile de pe ramurile cu vigoarea medie, în cazul caisului cele de pe spini, iar în cazul mărului şi părului cele de pe ţepuşe. De asemenea, cad mai uşor florile de la baza corimbilor în cazul părului şi cele din mijlocul inflorescenţei la măr.

A doua cădere fiziologică a fructelor are loc în luna iunie şi se datoreşte existenţei unui număr mic de seminţe (mai mic de 4), ceea ce corespunde cu o proporţie redusă de auxine. În aceste condiţii se formează zona de abscisie, alcătuită din câteva straturi de celule, în care se constată o activitate intensă a enzimelor pectice. Celulele din această zonă se desprind unele de altele, fructele rămânând fixate numai prin fasciculele vasculare, care se rup sub acţiunea vântului.

Procesul de cădere fiziologică a fructelor este în acelaşi timp un proces de autoreglare a încărcăturii de fructe. Unele soiuri de măr, ca: Starkrimson şi Jonathan, au o bună autoreglare a încărcăturii, în timp ce altele au tendinţa de supraîncărcare, chiar şi în condiţiile unei tăieri optime de fructificare, prin legarea a 2–3 fructe în inflorescenţă (Golden Delicious).

De obicei, la căderea fiziologică din iunie cad fructele mai mici, iar în inflorescenţă rămâne fructul cel mai mare, rezultat din prima floare polenizată.

Proporţia de fructe căzute variază în raport cu specia între 30 şi 35 % la piersic şi 5 % la măr.

Căderea fiziologică a fructelor din luna iunie este stimulată de stresul hidric, de carenţa în nutriţia minerală, în special cu azot. De asemenea, în cazul unei legări excesive a fructelor, peste capacitatea lor productivă, căderea fiziologică este mai mare.

Cea de a treia cădere fiziologică a fructelor are loc în perioada prerecoltă şi de recoltare a fructelor şi se poate datora şi unui dezechilibru hormonal, determinat de carenţa în auxine sau de un atac patogen. La soiul de măr Parmen auriu, căderea prerecoltă a fructelor se datorşte temperaturilor coborâte din timpul nopţii, în perioada de toamnă.

Procentul total de fructe care cad variază în funcţie de specie şi soi şi este cuprins între 10 şi 30 % la soiul de păr Decana comisiei şi între 23 şi 57 % la soiul Williams.

Zona de abscisie se formează în regiuni diferite:

- la măr ia naştere între peduncul şi ramură în cazul florilor, între receptacul şi peduncul şi între fruct şi receptacul, în cazul căderii fiziologice din iunie;
- la prun se formează la baza pedunculului;
- la cais şi piersic se formează între fruct şi receptacul.

Stutte şi Gage (1990) au constatat că injectarea unei soluţii cu concentraţie de 390 mg/l GA_3 sau GA_{4+7} determină abscisia fructelor în proporţie de 75 % la soiurile de piersic Redkist, Redskin şi Loring, în cazul în care tratamentul s-a făcut după 30 de zile de la înflorit.

Dirijarea căderii fiziologice a fructelor prin tratamente hormonale constituie procedee tehnologice moderne pentru reglarea încărcăturii pomilor. În acest scop, în cazul părului, se utilizează după Cobiachi (1980), următoarele substanţe:

- CCC – 2 000–4 000 ppm, 20–30 zile după înflorire, asigură legarea mai bună, reduce căderea fiziologică a fructelor şi stimulează diferenţierea mugurilor florali.
- SADH – 1 000–2 000 ppm, la înflorire, stimulează procesul de legare, producţia este mai mare, iar fructele mai mici.
- NAA – 10–20 ppm, 10–20 de zile înainte de recoltare, reduce căderea prerecoltă şi anticipă maturarea.
- 2,4-D – 25–40 ppm, 20–25 zile înainte de recoltat, reduce căderea prerecoltă.

6.8. Alternanţa de rodire

Variaţia recoltei pomilor fructiferi, de la un an la altul, este determinată de factori interni, cei externi având doar un rol indirect. Aşa, de exemplu, îngheţul tardiv poate distruge florile la cais, măr, păr şi prun, determinând diminuarea producţiei din anul respectiv.

Producţia scăzută stimulează diferenţierea unui număr mai mare de muguri florali. Acest fapt a fost confirmat şi de experienţele efectuate în câmp. Astfel, în cazul unei supraproducţii, înlăturarea parţială a florilor sau a fructelor foarte tinere favorizează diferenţierea mugurilor florali, respectiv inducţia florală.

Mecanismul fiziologic al acestui proces nu este bine precizat, dar se consideră că alternanţa de rodire are o cauză genetică. În prezenţa unei încărcături mari de fructe, un soi sensibil nu poate forma muguri florali. Aceasta se datorează giberelinelor care sunt sintetizate de seminţele din fructe. În cazul unei producţii mari, se biosintetizează o cantitate sporită de gibereline, care pot migra în organele vegetative, determinând inhibarea procesului de inducţie florală.

Alternanţa de rodire este produsă şi de capacitatea intrinsecă a unui soi de a forma muguri florali. Couranjou (1983) a determinat valoarea acestui indicator în modul următor: s-au înlăturat complet fructele de pe un pom şi în anul următor s-au analizat numărul de flori formate. S-a constatat că variaţia capacităţii intrinseci de rodire variază atât în funcţie de soi, cât şi în funcţie de condiţiile ambiante. Astfel, în cazul prunului, procentul de muguri florali formaţi a variat între 57 şi 90 %.

Capacitatea mugurilor florali de a forma fructe, după un an fără producţie, reprezintă un alt factor care poate influenţa alternanţa de rodire. Aceasta este o însuşire de soi şi în condiţii bune de polenizare, variază în cazul prunului între 20 % (Stanley) şi 55 % (Reine Claude).

Cercetările efectuate de Couranjou (1983) au precizat că unele soiuri de prun (Prezident) formează un număr mare de muguri florali. Pe de altă parte, soiuri ca Reine Claude au o aptitudine redusă de a forma muguri florali (67 %), dar au o capacitate bună de a forma fructe (60 %). Pe baza acestor date a clasificat soiurile de prun în funcţie de alternanţa de rodire, în modul următor:

- cu alternanţă de rodire ridicată: Reine Claude, Prezident, Opal;
- cu alternanţă de rodire medie: d'Ente, Early Laxton, Reine Claude violet.

Capitolul 7
Transportul substanţelor prin pomii şi arbuştii fructiferi

Transportul substanţelor prin pomii, arbuştii şi plantele ierboase fructifere se realizează prin cele două sisteme vasculare: lemnos şi liberian, între care la nivelul frunzelor se realizează legătura prin intermediul a 1–5 celule, unele fiind specializate pentru transfer.

Circulaţia substanţelor prin plantele pomicole începe primăvara, înainte de apariţia frunzelor, şi are drept scop aprovizionarea mugurilor cu substanţele necesare pentru creştere. Aceste substanţe provin din rezervele depozitate în organele perene: tulpini şi rădăcini.

Principala substanţă de rezervă o reprezintă amidonul, care este hidrolizat în dextrine, maltoză şi, în final, în glucoză. O parte din glucoză este izomerizată în fructoză, pentru ca din aceşti doi compuşi să rezulte zaharoza. Aceasta constituie principala formă de transport a glucidelor de la rădăcini şi tulpini spre muguri. Transportul are loc la începutul perioadei de vegetaţie şi se efectuează prin vasele lemnoase (Brown ş.a., 1985).

Seva brută conţine, alături de zaharoză, aminoacizi, vitamine, hormoni, acizi organici, ioni etc. Abeles şi Biles (1991) au constatat că în seva brută a pomilor fructiferi se găsesc şi proteine acide cu greutatea moleculară de 10–100 kDa, în concentraţie de 5 µg/ ml.

Dintre substanţele care intră în alcătuirea sevei brute, doar o parte din apă, ioni şi din compuşii organici (aminoacizi, glucide solubile etc.) provin din sol. Restul sunt translocate din floem prin celulele care separă cele două tipuri de ţesuturi conducătoare.

Jesko (1991) a precizat că la nivelul rădăcinii se face legătura dintre vasele lemnoase şi cele liberiene, prin unul sau câteva straturi de celule parenchimatice. Acestea au plasmalema cutată, mărindu-se astfel suprafaţa de schimb, ceea ce favorizează transportul activ al

substanţelor dizolvate. Celulele respective au fost denumite *celule de transfer*.

Schimbul de apă şi de substanţe dintre floem şi xilem, sau recircularea acestora, poate avea loc, după Gunning şi Pate (1969), prin aceste celule de transfer. Schimbul de substanţe este reglat de gradientul presiunii hidrostatice din xilem şi presiunea osmotică din floem.

Dintre elementele minerale pot fi recirculate cele cu mobilitate mai mare: fosforul, potasiul, magneziul, sulful, clorul şi azotul (sub formă de aminoacizi). Mai puţin mobili sunt ionii de fier, mangan, zinc, cupru şi molibden, iar calciul şi borul sunt practic netranslocabile.

Calciul este absorbit din sol prin rădăcinile tinere, la care nu s-a produs încă suberificarea endodermei. Transportul în xilem are loc printr-un schimb cationic, iar transportul spre ţesuturile apicale nu reprezintă un simplu flux de masă, ci un transport preferenţial, indus de auxină (Shear şi Faust, 1970). Transportul calciului spre fructe are loc timpuriu, în perioada de creştere rapidă a lăstarilor.

Fluxul de apă care străbate planta, spre frunze, depinde de diferenţa de potenţial hidric ($\Delta\Psi$) şi de rezistenţa ţesuturilor la trecerea apei (R). Ca urmare fluxul de apă este reprezentat de relaţia:

$$F = \Delta\Psi / R$$

În cazul unei aprovizionări corespunzătoare cu apă, potenţialul hidric se menţine, absorbţia fiind egală cu transpiraţia, sau eventual absorbţia depăşeşte cu câteva procente transpiraţia (Cruiziat, 1995). Dacă se aplică relaţia de mai sus la diferitele componente ale ansamblului sol – plantă – atmosferă se obţine relaţia:

$$\text{Absorbţia} \frac{\Psi_s - \Psi_r}{R_r} \cdot \frac{\Psi_r - \Psi_f}{R_p} \cdot \frac{\Psi_f - \Psi_a}{R_s - R_a} = \text{traspiraţie}$$

în care: Ψ_s – potenţialul hidric al solului;
Ψ_r – potenţialul hidric al rădăcinilor;
Ψ_f – potenţialul hidric foliar;
Ψ_a – potenţialul hidric al vaporilor de apă din atmosferă;
R_r – rezistenţa sol–rădăcină;
R_p – rezistenţa rădăcină–frunze;
R_s – rezistenţa stomatelor;
R_a – rezistenţa aerului din jurul frunzelor.

Ecuaţia nu ţine cont de diferenţa dintre presiunea vaporilor de apă din frunze şi aerul ambiant.

În cazul pomilor fructiferi, diferenţele de potenţial hidric sunt următoarele:

- diferenţa sol–rădăcină 1–10 bari;
- diferenţa rădăcină–frunze 5–30 bari;
- diferenţa frunze–atmosferă 500–1 000 bari.

Viteza de transport a sevei brute, prin vasele lemnoase ale pomilor, variază în funcţie de diametrul acestora. Astfel, Taiz şi Zeiger (1991) menţionează că, în cazul vaselor cu diametrul de 100–200 μm, viteza de circulaţie este de 16–45 m/ h, iar în cazul vaselor cu diametrul de 25–75 μm, viteza scade la 1–6 m/h.

Cea mai mare parte din apa provenită din vasele lemnoase, respectiv 95–98 %, se elimină la nivelul frunzelor prin procesul de transpiraţie. Diferenţa de 2–5 % este utilizată pentru menţinerea turgescenţei celulelor din frunze sau este transportată spre vasele liberiene, unde intră în alcătuirea sevei elaborate.

Transportul apei şi a substanţelor dizolvate, de la vasele lemnoase din frunze, cât şi a substanţelor fotosintetizate provenite de la celulele mezofilului foliar spre vasele liberiene, se realizează prin 1–5 celule specializate, respectiv o celulă-anexă situată lângă vasul liberian, o celulă de transfer cu plasmalema cutată şi 1–3 celule ale mezofilului foliar.

Transportul acestor substanţe are loc atât pe cale apoplasmică, prin capilarele din pereţii celulari, cât şi pe cale simplasmică, prin citoplasmă şi plasmodesme. Acest transport se realizează prin difuziune, de la soluţia mai concentrată spre cea diluată. Dar s-a constatat că în vasele liberiene există o concentraţie mare de glucide, care nu poate fi explicată printr-un transport ce are la bază legile difuziunii. Datorită acestui fapt, s-a ajuns la concluzia că transportul substanţelor şi, în special, al glucidelor se realizează pe cale activă.

Cercetările efectuate până în prezent au stabilit că modul de transport al substanţelor prin celulele frunzelor spre vasele liberiene variază în funcţie de specie. La unele specii predomină transportul apoplasmic, la altele, transportul simplasmic. Se admite că transportul activ al acestor substanţe din celule în apoplast are loc la nivelul plasmalemei celulelor de transfer, pentru ca la nivelul celulelor-anexe să aibă loc un nou transport activ, de data aceasta din apoplast în simplast. Din celulele-anexe substanţele sunt transportate în vasele

liberiene prin numeroasele plasmodesme care se găsesc între aceste două tipuri de celule.

Exportul substanţelor asimilate din frunzele de cireş, soiul Montmorency, a început în cazul frunzei a 7-a, când aceasta a avut suprafaţa de 8,5 cm^2, respectiv 27 % din suprafaţa frunzei mature, iar în cazul frunzei a 10-a când a avut suprafaţa de 11–21 cm^2, respectiv 48–72 % din suprafaţa frunzei mature. În faza I de dezvoltare a fructelor toate frunzele au avut un transport bidirecţional, în timp ce în fazele I şi III doar frunzele disale, până la mijlocul lăstarului au avut această posibilitate de transport (Kappes şi Flore, 1989).

Principala formă de transport a glucidelor biosintetizate în frunzele pomilor fructiferi este sorbitolul. Acest polialcool obţinut prin reducerea D-glucozei se găseşte în proporţie de 60–80 % din substanţa uscată a sevei elaborate a merilor (Reid şi Bielski, 1974) şi 33 % în cazul prunilor (Anderson ş.a., 1961) . Se găseşte, de asemenea, în concentraţii mici, variind între 15 şi 25 % şi în seva elaborată a altor specii pomicole (Zimmermann şi Ziegler, 1975). Această substanţă reprezintă principala formă de transport a glucidelor la: caişi, pruni şi piersici (Villiers ş.a., 1974; Manolow ş.a., 1977).

Sorbitolul se formează în citoplasma celulelor frunzelor din glucozofosfat, în prezenţa NADPH-ului şi a enzimei aldolază-6-P-reductază.

Seva elaborată a pomilor şi arbuştilor fructiferi conţine în proporţii mai reduse: zaharoză şi cantităţi mici de glucoză şi fructoză, precum şi aminoacizi, acizi organici, vitamine, enzime, ioni etc.

Viteza de transport a sevei elaborate variază, după Romberger ş.a. (1993), între 30 şi 70 cm/ h.

Direcţia de transport a asimilatelor variază în funcţie de vârstă, în cazul pomilor tineri, ponderea asimilatelor este dirijată spre organele vegetative: trunchi (53,7 %), frunze (26,8 %) şi rădăcini (19,5 %). În cazul pomilor pe rod, direcţia de transport a asimilatelor se modifică, cea mai mare cantitate fiind dirijată spre fructe (62,5 %) şi tulpini (22,5 %), în timp ce frunzele (10,0%) şi rădăcinile (5,0 %) sunt aprovizionate cu cantităţi mai mici de substanţe (Lenz, 1986).

Destinaţia asimilatelor variază şi în funcţie de forma de conducere a coroanei. Astfel, în cazul livezilor superintensive, cu pomi cu talia redusă, cea mai mare parte din asimilate este transportată spre fructe şi spre frunze, deoarece scheletul pomului este foarte redus, în timp ce în cazul livezilor clasice, ponderea asimilatelor este utilizată pentru creşterea trunchiului şi a coroanei.

Distribuţia substanţelor minerale în organele pomilor fructiferi variază în raport cu specia şi cu soiul. În cazul perilor, cea mai mare cantitate de azot se depozitează în frunze (44–52 % subst. uscată) şi cea mai mică, în fructe (8–11 %). Fosforul are o distribuţie asemănătoare, dar diferenţele dintre organe sunt mai mici. Astfel, conţinutul de anhidridă fosforică din frunze variază între 31 şi 37 %, iar cel din fructe este de 16 % (Bulatovic ş.a., 1971). Conţinutul în potasiu a prezentat o modificare a repartiţiei între organe. Cel mai mic conţinut de oxid de potasiu s-a determinat în ramurile de 2 ani (17 %), iar cel mai mare conţinut în frunze (30–38 %).

În cazul piersicului care este o specie calcifugă, la un conţinut al solului de 7 %, s-a constatat apariţia simptomelor de cloroză a frunzelor.

Substanţele conţinute în seva elaborată sunt utilizate pentru desfăşurarea proceselor fiziologice: creştere, producerea de energie, sinteza altor compuşi organici etc. O parte din aceste substanţe se depozitează sub forma de substanţe de rezervă, în organele perene ale plantelor, în fructe şi seminţe.

Biosinteza substanţelor de rezervă are la bază aminoacizii şi glucidele provenite din seva elaborată. Sorbitolul ajuns în organele de depozitare (fructe) este oxidat în prezenţa NADH-ului şi a enzimei sorbitol dehidrogenaza, la fructoză (Negm şi Loescher, 1979). Fructoza se depozitează, ca atare, în vacuolele celulelor fructelor (cireşe, vişine, coacăze etc.), sau după izomerizare din glucoza rezultată se biosintetizează amidonul, care se depozitează în amiloplastele din fruct (mere, pere etc.) sau în cele din celulele organelor perene (tulpini, rădăcini etc.).

Substanţele depozitate în organele perene ale plantelor, în principal sub formă de amidon, asigură pe parcursul perioadei de iarnă formarea de compuşi solubili (glucoză), care conferă ţesuturilor rezistenţa la îngheţ sau constituie în primăvara următoare substrat pentru creşterea mugurilor.

Proteinele de rezervă se sintetizează în reticulul endoplasmatic rugos din aminoacizii proveniţi din seva elaborată. Proteinele rezultate se depozitează la capătul canaliculelor reticulului, care se dilată şi se strangulează, dând naştere veziculelor proteice. Conţinutul de proteine de rezervă din celulele organelor pomilor fructiferi este mai redus. În cazul fructelor, conţinutul în proteine de rezervă variază în general între 0,4 % (gutui) şi 1,3 % (coacăze negre). Fac excepţie

castanele, nucile, alunele şi migdalele care au un conţinut de proteine ce variază între 7,1 % şi 18,3 %.

Lipidele de rezervă se biosintetizează din glucidele provenite din seva elaborată. Prin biodegradarea acestora în ciclul glicolitic rezultă acidul piruvic, care prin decarboxilare formează acetil-CoA. Această substanţă este transportată în plastide, unde formează mai întâi o moleculă activă de malonil-CoA, care leagă moleculele de acetil-CoA, rezultând acizi graşi cu 16 şi 18 atomi de carbon. Aceştia sunt transportaţi în reticulul endoplasmatic neted, unde are loc interconversia acizilor graşi şi în final esterificarea glicerolului (rezultat din reducerea dihidroxiaceton fosfatului) şi formarea lipidelor. Acestea se acumulează la capătul canaliculelor, între cele două straturi de fosfolipide ale membranei reticulului, care se strangulează şi formează sferozomi (oleozomi).

Lipidele de rezervă se găsesc în proporţie de 0,11 % (piersici) şi 0,40 % (mere). Fac excepţie migdalele, alunele şi nucile, al căror conţinut în lipide variază între 54,10 şi 62,50 %.

Substanţele depozitate în fructe constituie recolta, care poate fi apreciată după cantitatea de glucide, protide şi lipide, existente în fructele de pe un hectar de livadă.

O cantitate mai mică de compuşi organici de rezervă se depozitează şi în frunze, care reprezintă principalul organ de depozitare a ionilor. Aceste substanţe pot fi retranslocate, atât pe parcursul perioadei de vegetaţie, dar mai ales înainte de căderea frunzelor.

Prima etapă de retranslocare a substanţelor minerale din frunze se constată în timpul creşterilor vegetative, când în condiţii de carenţă în elemente minerale, o parte din ioni sunt translocaţi spre organele în creştere (muguri, frunze tinere).

A doua etapă de retranslocare a substanţelor minerale şi organice se desfăşoară în timpul creşterii fructelor, când are loc un proces rapid de acumulare a substanţei uscate. Niederholzer ş.a. (1986) au constatat că potasiul poate fi translocat din frunze direct în fructele mature, iar în cazul prunului, perioada cu acumulări minime de potasiu corespunde cu acumularea maximă de substanţă uscată în seminţe (28 mai–7 iulie).

Cea de a treia etapă de retranslocare a substanţelor minerale şi organice are loc la instalarea senescenţei frunzelor. În această etapă s-a constatat hidroliza amidonului şi a proteinelor şi formarea de glucide reducătoare şi aminoacizi, care împreună cu ionii cu mobilitate mai mare (N, P, K, Mg etc.) sunt retranslocaţi în organele perene ale plan-

telor, în care se depozitează pe parcursul perioadei de iarnă. Acest proces de retranslocare se realizează prin vasele liberiene şi implică 1/3–2/3 din conţinutul frunzelor în azot, fosfor şi potasiu.

Sanchez şi Righetti (1990) au utilizat azotul marcat (^{15}N), pentru a urmări retranslocarea acestui element din frunzele de păr. Cercetările efectuate au evidenţiat că frunzele exterioare au cel mai mare conţinut de azot marcat. În ceea ce priveşte retranslocarea, s-a constatat că 71 % din azotul din frunzele exterioare, 61 % din azotul din frunzele intermediare şi 52 % din cel din frunzele din interiorul coroanei este retranslocat în organele perene. Aceasta a dovedit că procesul de retranslocare este influenţat mai mult de poziţia frunzelor în coroană decât de concentraţia acestora în azot.

Borul este considerat un element imobil prin floem, dar poate fi transportat în unele specii ca: păr, măr, migdal, nectarin şi prun care translocă sorbitolul. Borul formează complexe cu sorbitolul, care pot fi transportate prin floem. Acest fapt a fost confirmat de Brown şi Hu (1996), care au aplicat foliar borul marcat (^{10}B) şi au constatat translocarea rapidă în ţesuturile fructului şi în seminţe.

Primăvara, aceste substanţe sunt utilizate pentru începerea unui nou ciclu de vegetaţie, şi anume, pentru creşterea mugurilor, până la apariţia primelor frunze.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY

Capitolul 8
Creşterea, maturarea şi senescenţa fructelor

Creşterea reprezintă un proces de acumulări cantitative care conduc la sporirea masei şi a volumului fructelor, în timp ce maturarea constituie un proces de acumulări calitative, care determină realizarea însuşirilor caracteristice de calitate: gust, aromă, culoare şi fermitate. Aceste două procese se desfăşoară simultan şi sunt coordonate genetic prin intermediul ARNm, care codifică biosinteza protein-enzimelor implicate în procesele respective.

Procesul de creştere este reglat de balanţa dintre hormonii stimulatori de creştere (auxine, gibereline, citochinine) şi cei inhibitori de creştere (acid abscisic), în timp ce procesul de maturare este reglat direct de hormonul de maturare/etilenă şi în mod indirect de hormonii de creştere, care pot influenţa biosinteza etilenei.

8.1. Creşterea fructelor

Procesul de creştere al fructelor se desfăşoară pe parcursul a două etape. În prima etapă are loc diviziunea celulelor ovarului, receptaculului sau a altor organe care iau parte la formarea fructelor, precum şi diviziunea celulelor din ovule, care vor forma seminţele. În această etapă au loc modificări mici ale masei şi volumului fructelor.

Procesul de diviziune celulară este stimulat de prezenţa hormonilor stimulatori de creştere şi, în special, a citochininelor.

Durata perioadei de diviziune celulară variază în funcţie de specie în următoarele limite :

Vişin	10 zile
Măr	28–42 zile
Zmeur	25 zile
Prun	28–56 zile

Piersic	30 zile
Coacăz negru	35 zile
Nuc	35–42 zile
Păr	42–56 zile

Cea de a doua etapă a procesului de creştere, extensia celulară, începe înainte de sfârşitul diviziunii celulare şi se prelungeşte până la recoltarea fructelor. Această etapă se caracterizează prin creşterea foarte evidentă a dimensiunii celulelor, respectiv a fructelor. Un rol deosebit în acest proces îl are auxina, care intensifică activitatea pompelor $H^+ - K^+$ antiport, determinând acidifierea apoplastului şi intensificarea activităţii enzimelor care catalizează hidroliza legăturilor dintre hexozanii din pereţii celulari. Transportul potasiului în celule conduce la creşterea potenţialului osmotic, absorbţia apei şi sporirea presiunii de turgescenţă, care îndepărtează pereţii celulari din zonele în care au avut loc hidrolize. În final, auxina stimulează acţiunea sintetazelor, care refac legăturile dintre componentele pereţilor celulari, la un nou nivel (Mac Millan, 1980).

Determinările efectuate în dinamică au relevat faptul că intensitatea procesului de creştere variază pe parcursul formării fructelor, putând fi reprezentată grafic sub forma unei curbe sigmoide sau dublu sigmoide. În cazul fructelor de măr, păr, căpşun etc. dinamica cumulată a fructelor se prezintă sub forma unei curbe sigmoide (*Fig. 8.1.*). Aceasta este determinată de creşterile reduse din timpul perioadei de diviziune celulară, de creşterile rapide din perioada de extensie celulară şi, în final, de reducerea creşterii în perioada de maturare a fructelor (Westwood, 1978).

La fructele de cais, piersic, prun, cireş, vişin, coacăz negru, zmeur şi afin, dinamica cumulată se prezintă sub forma unei curbe dublu sigmoide. Această alură a creşterii fructelor se datoreşte unei stagnări a acestui proces pe parcursul perioa-

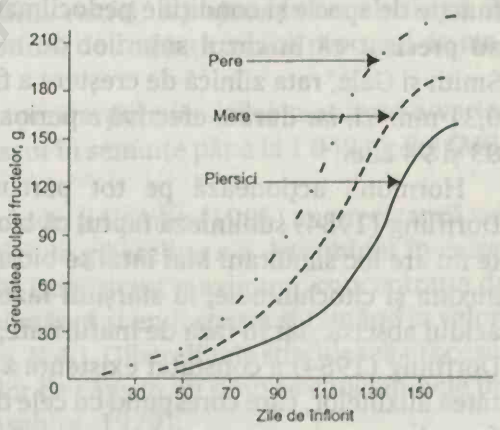


Fig. 8.1. Dinamica creşterii fructelor de măr, păr şi piersic

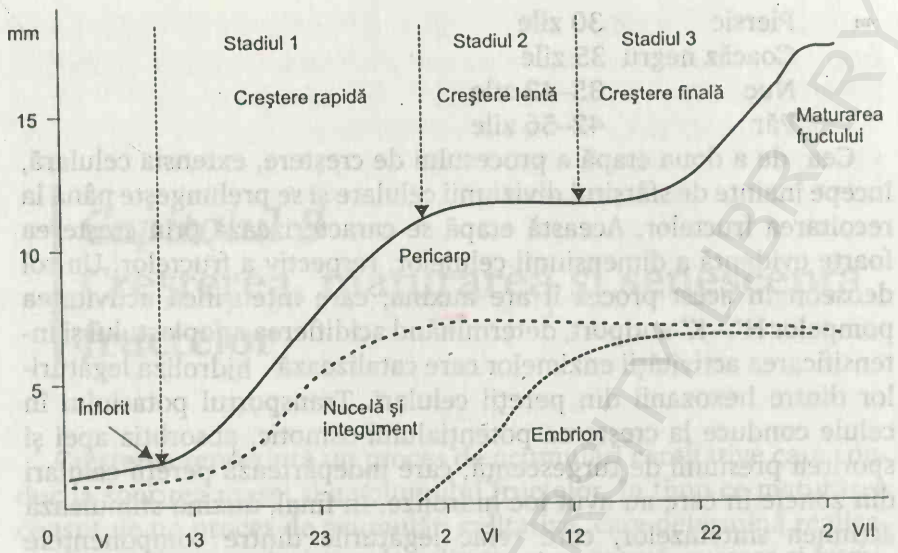


Fig. 8.2. Stadiile de dezvoltare a fructelor şi seminţelor la vişin (Tukey şi Young, 1939)

dei de extensie celulară, când are loc lignificarea pericarpului seminţelor. Lignificarea pericarpului are loc în detrimentul creşterii mezocarpului. Dinamica părţilor componente ale fructelor de vişin sunt prezentate în *figura 8.2.*, iar a celor de piersic, în *figura 8.3.*

Rata zilnică de creştere şi perioada de creştere efectivă variază în funcţie de specie şi condiţiile pedoclimatice. Hussein şi Slack (1994) au precizat că în cazul soiurilor de mere: Red Delicious, Granny Smith şi Gala, rata zilnică de creştere a fructelor a variat între 0,38 şi 0,31 mm/zi, iar durata efectivă a perioadei de creştere a variat între 83 şi 94 zile.

Hormonii acţionează pe tot parcursul perioadei de creştere. Dorffling (1984) subliniază faptul că biosinteza hormonilor din fructe nu are loc simultan. Mai întâi se biosintetizează giberelinele, apoi auxina şi citochininele, la sfârşitul fazei de creştere se acumulează acidul abscisic, iar în faza de maturitate, etilena. În cazul coacăzului, Dorffling (1984) a constatat existenţa a două maximumuri în activitatea auxinelor, care corespund cu cele două intensificări ale creşterii fructelor.

La căpşun Archbold şi Dennis (1984) au constatat existenţa unui maximum de acumulare a auxinelor libere, după 14 zile de la înflorit.

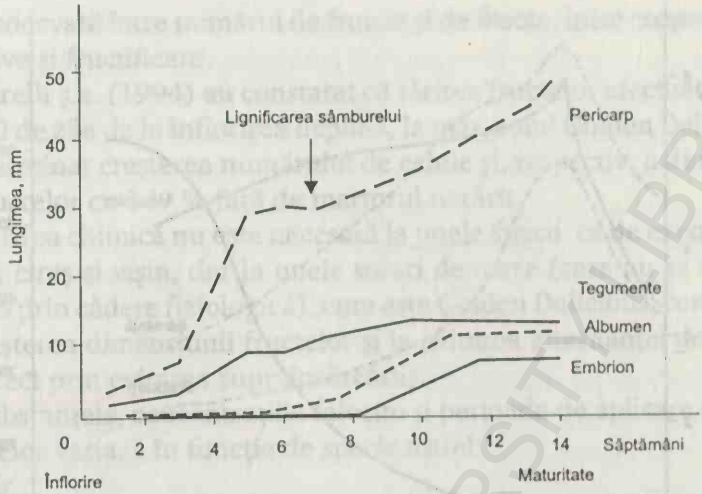


Fig. 8.3. Dinamica creşterii diferitelor ţesuturi din fructul de piersic (Lilien Kipnis şi Lavee, 1971)

Acidul abscisic liber a prezentat o acumulare medie imediat după înflorit şi o valoare minimă după 8 zile de la înflorit. În continuare, conţinutul de acid abscisic rămâne relativ constant, în timp ce în sămânţă se constată o acumulare ce depăşeşte valoarea iniţială. Rolul auxinei în procesul de maturare al căpşunelor a fost clarificat de Given şi a. (1988). Înlăturând achenele de pe jumătate din suprafaţa fructului nematurat, au constatat că procesul de maturare este stimulat pe această parte a fructului. Astfel, s-a ajuns la concluzia că în fructele normale, auxina produsă de seminţe inhibă procesul de maturare.

Conţinutul de auxină din pericarpul piersicilor maturate a variat între 2,8 şi 6,5 μg/kg şi a crescut în seminţe până la 1 042 μg/kg (Miller şi Walsh, 1990).

Analizele efectuate de Jackson şi Combe (1966) au precizat că valoarea maximă a concentraţiei de gibereline s-a determinat în caise, după 15–20 zile de la înflorit. După acest maximum, concentraţia de gibereline scade evident în sămânţă şi endosperm şi rămâne la valori mai ridicate în mezocarp (*Fig. 8.4.*). Giberelinele stimulează procesul de maturare, în cazul fructelor de căpşun, în timp ce citochininele inhibă acest proces (Kano şi Asahira, 1979).

Prin creşterea în dimensiuni a celulelor mezocarpului se delimitează spaţii libere, meaturi, al căror volum creşte concomitent cu dimensiunile fructelor. Volumul acestor spaţii variază între 12 şi 29 %,

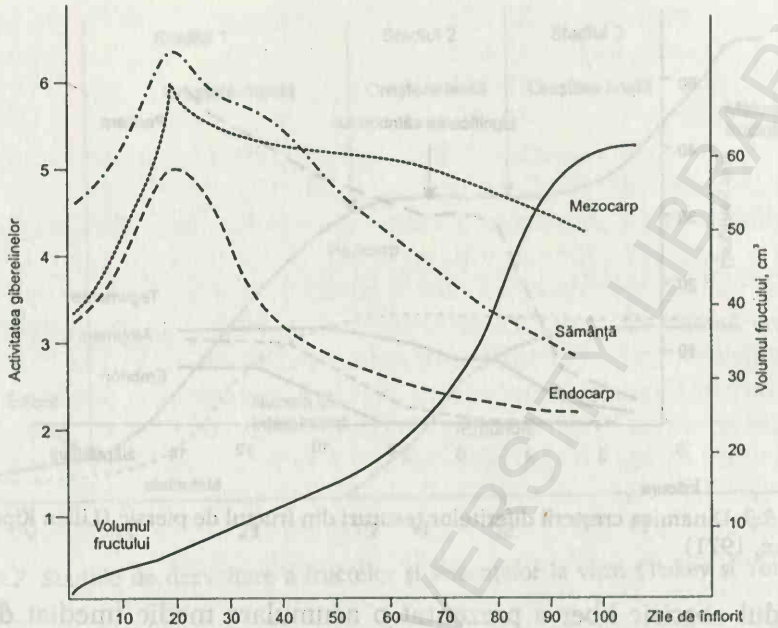


Fig. 8.4. Relaţia dintre creşterea fructelor de cais şi activitatea giberelinelor din diferitele zone ale fructului (Jackson şi Coombe, 1966)

în cazul merelor. Creşterea volumului spaţiilor ocupate cu aer contribuie la scăderea greutăţii specifice a fructelor de la 1,010 la 0,7100, în cazul merelor.

Dimensiunile fructelor sunt determinate genetic, dar pot fi influenţate într-o oarecare măsură de factorii interni şi externi.

Procesul de creştere a fructelor este influenţat şi de aprovizionarea cu substanţe fotosintetizate, care este condiţionat de raportul frunze/fruct. Raportul optim frunze/fruct variază în funcţie de specie şi este de minimum 1,5 frunze/fruct la cireş şi ajunge la 25–45 frunze/fruct la prun şi la 30–65 frunze/fruct la măr.

Dimensiunile fructelor variază şi în funcţie de poziţia lor în inflorescenţă şi pot fi reglate prin aplicarea unor măsuri agrotehnice adecvate: tăieri, rărirea chimică sau manuală (piersic), fertilizare, irigare etc.

Poziţia fructelor de căpşun în cadrul inflorescenţei face ca dimensiunea acestora să scadă de la primul fruct spre ultimul, iar recoltarea primului fruct stimulează creşterea celui de al doilea.

Prin tăierile de fructificare sau rărirea chimică, în funcţie de specie se reglează încărcătura de fructe pe un pom, asigurându-se o core-

laţie adecvată între numărul de frunze şi de fructe, între creşterile vegetative şi fructificare.

Corelli ş.a. (1994) au constatat că rărirea fructelor efectuată după 30–60 de zile de la înflorirea deplină, la măr, soiul Golden Delicious , a determinat creşterea numărului de celule şi, respectiv, a dimensiunii fructelor cu 149 % faţă de martorul nerărit.

Rărirea chimică nu este necesară la unele specii ca de exemplu la gutui, cireş şi vişin, dar la unele soiuri de mere (care nu se autoreglează prin cădere fiziologică), cum este Golden Delicious, contribuie la creşterea dimensiunii fructelor şi la evitarea alternanţei de rodire (indirect prin evitarea supraîncărcării).

Substanţele, concentraţiile folosite şi perioada de aplicare a tratamentelor variază în funcţie de specie astfel:

• Măr.
– CEPA – 300–400 ppm, la sfârşitul înfloritului.
– ANA – 80–100 ppm, după 15 zile de la înflorit.
– Carbaryl – 750–1 250 ppm, după 15 zile de la înflorit.
– ANA + Carbaryl – 50 + 50 ppm, după 15 zile de la înflorit.
– ANA + CEPA – 50 + 50 ppm, după 15 zile de la înflorit.
– Alar – 500 ppm la Golden Delicious, la 40 de zile după înflorit şi 1 000 –1 500
– ppm la Red Delicious, la 40 de zile după înflorit
• Piersic.
– Ethrel – 30–60 ppm, la 35–40 zile după înflorit.
– AIA – 20 ppm, la 34 zile după înflorit.
• Cireş. Alar – 1 500–3 000 ppm, la 45–75 zile după înflorit.
• Cais. DNOC – 0,17–0,23 %, când 90 % din flori sunt deschise.
• Prun.
– Ethrel – 120 ppm, la căderea petalelor.
– 200 ppm, la 7 zile după căderea petalelor.

Factorii ambianţi au un rol deosebit de important în creşterea fructelor.

• Temperatura exercită influenţă pe tot parcursul perioadei de creştere. Acţiunea ei se manifestă asupra diviziunii şi creşterii celulelor, temperatura optimă favorizând formarea unor fructe cu un număr mare de celule, ceea ce stimulează creşterea ulterioară în volum. Temperaturile scăzute determină formarea unor fructe cu dimensiuni mici şi fermitate mare, ultimul indicator fiind corelat cu existenţa unor celule mici, cu spaţii intercelulare reduse.

- Precipitaţiile influenţează creşterea fructelor, atât prin suma lor, cât şi prin repartiţia pe parcursul perioadei de vegetaţie. Lipsa apei din sol determină încetinirea procesului de creştere şi realizarea unor fructe mici, de calitate inferioară. Excesul de apă favorizează formarea unor celule mari, puternic hidratate, cu fermitatea scăzută şi cu gustul şi aroma necorespunzătoare.

Perioadele secetoase reduc capacitatea de creştere în volum a celulelor epidermice, iar alternanţa cu perioade ploioase favorizează crăparea fructelor (cireşe, vişine etc.).

- Crisosto ş.a. (1994) au urmărit efectul irigaţiilor asupra calităţii fructelor de piersic, soiul O'Henry. În condiţii de deficit hidric fructele au avut un conţinut mai ridicat de substanţă uscată solubilă şi o greutate medie mai mică. Suprafaţa acestora este acoperită cu un număr mai mare de tricome şi cu o cuticulă mai groasă comparativ cu cea provenită de pe fructele irigate în exces.
- Solul prin conţinutul în elemente minerale constituie un factor important în creşterea fructelor. Conţinutul ridicat în azot solubil al solului favorizează formarea unor fructe cu dimensiuni mari, dar cu fermitatea scăzută. În general, azotul, potasiul şi calciul stimulează procesul de creştere a fructelor.
- Îngrăşarea echilibrată a solului din plantaţii favorizează aprovizionarea normală a pomilor cu elemente minerale şi realizarea unor fructe cu dimensiuni medii şi de calitate superioară.

8.2. Maturarea şi senescenţa fructelor

Procesul de maturare a fructelor se desfăşoară în paralel cu procesul de creştere, este coordonat genetic şi are o durată caracteristică în funcţie de specie şi soi. Astfel, durata perioadei de la înflorit la maturare variază între 60 de zile la căpşun şi 120 de zile la măr.

Dilley ş.a. (1973) au relevat faptul că progresele făcute de biologia moleculară au contribuit la înţelegerea mecanismului de maturare a fructelor. Abeles (1973) a constatat că în timpul maturării fructelor are loc creşterea conţinutului în proteine, creştere care a pus-o pe seama biosintezei enzimelor implicate în procesul de maturare. Rezultate similare au obţinut Frenkel ş.a. (1968) la pere, soiul Williams. Autorii consideră că procesul de maturare necesită modificarea expresiei genelor şi formarea unui ARNm care codifică sinteza noilor enzime, implicate în acest proces.

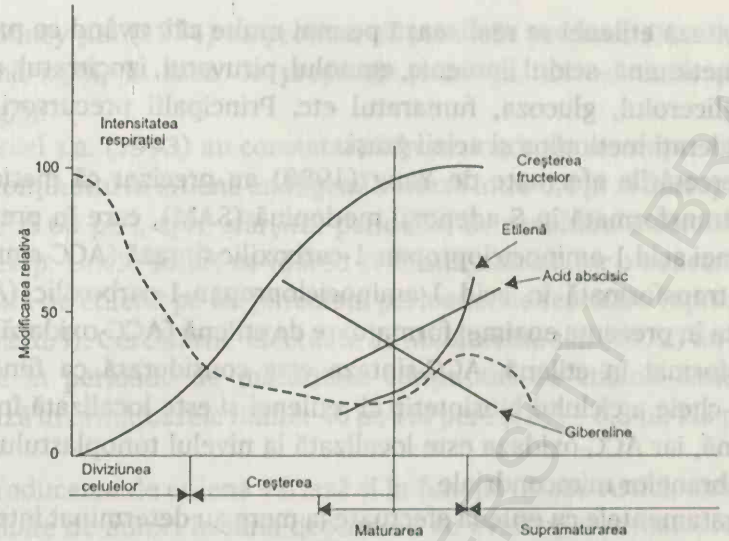


Fig. 8.5. Controlul hormonal al procesului de maturare a merelor (Dilley,1969)

Dilley (1972), tratând merele cu inhibitori ai biosintezei proteinelor (ciclohexemidă), în faza de prepârgă, a obţinut blocarea procesului de maturare. Autorul consideră că în această fază are loc biosinteza enzimelor implicate în procesul de maturare. Efectuarea tratamentelor cu inhibitori după faza de pârgă, când procesul de maturare a fost declanşat, nu mai are nici un efect asupra acestui proces.

În perioada de prepârgă are loc biosinteza enzimelor pectice, a căror prezenţă nu a fost identificată în etapele mai timpurii a procesului de maturare, precum şi biosinteza enzimelor implicate în formarea etilenei.

După Dilley (1969), controlul hormonal al procesului de maturare al fructelor se realizează prin modificarea balanţei hormonale. Înainte de maturitate, în fructe predomină giberelinele, iar conţinutul acestora în acid abscisic şi etilenă este redus (*Fig. 8.5.*). Pe parcursul procesului de maturare are loc scăderea conţinutului de gibereline, concomitent cu acumularea acidului abscisic şi a etilenei. Auxinele grăbesc procesul de maturare prin scurtarea timpului necesar pentru modificarea raportului gibereline/acid abscisic, în timp ce kinetinele au un efect opus.

Etilena (CH_2=CH_2) este considerată ca principalul hormon de maturare a fructelor. Această substanţă se biosintetizează în toate organele plantelor şi în cantitate mai mare în fructele climacterice.

Sinteza etilenei se realizează pe mai multe căi, având ca precursori metionina, acidul linolenic, etanolul, piruvatul, izocitratul, alanina, glicerolul, glucoza, fumaratul etc. Principalii precursori sunt consideraţi metionina şi acizii graşi.

Cercetările efectuate de Yang (1980) au precizat că metionina este transformată în S-adenozil metionină (SAM), care în prezenţa enzimei acid 1-aminociclopropan-1-carboxilic sintază (ACC-sintază), este transformată în acid 1-aminociclopropan-1-carboxilic (ACC). Acesta în prezenţa enzimei formatoare de etilenă (ACC-oxidază) este transformat în etilenă. ACC-sintaza este considerată ca fiind enzimă-cheie a ciclului biosintetic al etilenei şi este localizată în citoplasmă, iar ACC-oxidaza este localizată la nivelul tonoplastului şi al membranelor mitocondriale.

Tratamentele cu etilenă efectuate la mere au determinat intensificarea activităţii ACC-sintazei şi accelerarea biosintezei etilenei, iar tratamentele cu aminoetoxivinilglicină au inhibat biosinteza etilenei, prin blocarea formării enzimei ACC-sintază.

Procesul de biosinteză a etilenei este stimulat de creşterea temperaturii până la 30 °C şi a concentraţiei de oxigen din aer până la 50 %.

Cantitatea de etilenă produsă de fructe variază în funcţie de specie, soi şi condiţiile mediului. Abdel Kader ş.a. (1985) au grupat speciile de fructe, în funcţie de cantitatea de etilenă produsă (µl/kg/h), astfel:

- cu degajare foarte mare (peste 100 µl): pasion;
- cu degajare mare (10–100 µl): mere, caise, nectarine, piersici, prune, pere;
- cu degajare moderată (1–10 µl): smochine;
- cu degajare mică (0,1–1 µl): măsline;
- cu degajare foarte mică (sub 0,1 µl): căpşune, cireşe, citrice.

Pech şi Latche (1984) au sintetizat datele din literatura de specialitate privind cantitatea maximă de etilenă exogenă produsă de fructe şi au constatat o variaţie mare, după cum rezultă din următoarele date:

Mere, soiul Golden Delicious	35	µl/kg /h
Pere, soiul Williams	222	"
Prune, soiul d'Ente	22	"
soiul Fuerte	120	"

Looney ş.a. (1974) au precizat că piersicile produc 0,01 – 0,02 µl etilenă/kg/h, în faza de prepârgă şi 20 µl, uneori chiar şi 100 µl/kg/h.

Grael ş.a. (1993) au constatat că în perioada de recoltare a merelor, conţinutul în etilenă endogenă variază între 0,1 µl /l în etapa timpurie şi 60 µl/l, spre sfârşitul perioadei de recoltare a soiului Red Winesap. Unele soiuri ca Idared şi Granny Smith au o concentraţie scăzută de etilenă pe tot parcursul perioadei de recoltare (aproximativ 0,2 µl/l). Cercetările efectuate de McMurchie ş.a. (1972) au stabilit că în perioada de maturitate conţinutul de etilenă endogenă variază în următoarele limite: 40 µl/l la pere şi 0,1 – 0,3 µl/l la portocale.

Producerea de etilenă variază şi în funcţie de soi. Astfel, analizele efectuate de autori în luna decembrie au evidenţiat următoarea variaţie a conţinutului de etilenă endogenă:

Golden Delicious	40,3 ppm	Starking Delicious	8,1 ppm
Sirprise	62,7 "	Generos	13,1 "
Florina	13,6 "	Kalterer	13,5 "
Jonagold	26,5 "	Champion	8,4 "
Mutsu	69,9 "	Starkrimson	16,9 "
Idared	29,1 "	Jonathan	5,0 "
Liberty	54,1 "	Priam	16,5 "
Auriu de Bistriţa	60,5 "	Greenleaves	30,4 "

În cazul fructelor climacterice, biosinteza etilenei se intensifică la realizarea maturităţii depline. Astfel, în cazul piersicilor, etilena endogenă a crescut de la 0,02 ppm, în faza de preclimacteric, la 40 ppm, în cea de la maturitate. În cazul merelor s-a înregistrat o creştere de la 0,10 la 100 ppm, iar în cazul caiselor, de la 0,10 la 0,90 ppm.

Romani şi Ku (1966) au evidenţiat la pere, soiul Williams, creşterea concentraţiei de etilenă endogenă de la 70 la 155 cm^3/kg, concomitent cu realizarea maximumului climacteric (*Fig. 8.6.*).

Fructele neclimacterice produc o cantitate redusă de etilenă endogenă, care variază între 0,03 şi 0,20 ppm la cireşe şi 0,04 şi 0,12 ppm la portocale (Rhodes, 1980).

Tratamentele efectuate cu etilenă la fructele climacterice au determinat devansarea climactericului, în timp ce la fructele neclimacterice au produs iniţierea unui maxim climacteric.

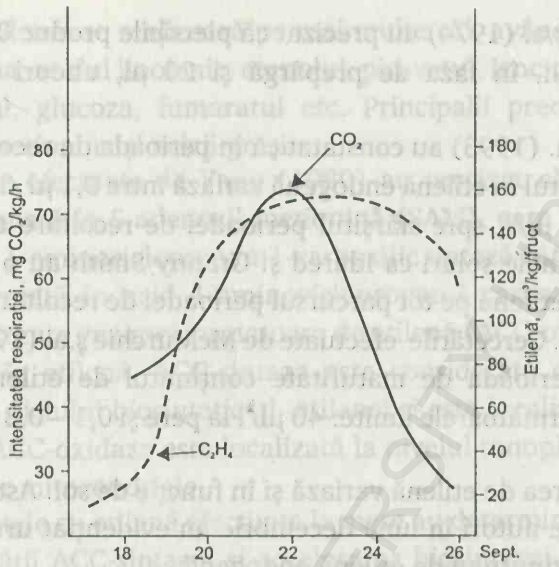


Fig. 8.6. Intensitatea respiraţiei şi producerea de etilenă în faza de climacteric a perelor Williams Crist (Roman ş.a., 1966)

Maximumul de producere a etilenei coincide, la unele specii, cu faza de maximum climacteric, aşa cum este cazul la mere şi pere, sau îl precede, aşa cum s-a constatat la banane.

Intensificarea procesului de biosinteză a etilenei în timpul maturării fructelor climacterice se datoreşte unui mecanism de autocataliză, care nu este încă pe deplin elucidat. Pentru a produce modificări metabolice, concentraţia etilenei trebuie să depăşească o valoare minimă de prag. După Rhodes (1980), valoarea de prag este de 0,08 ppm în cazul inducerii metabolismului substanţelor pectice, care determină scăderea fermităţii perelor şi 0,46 ppm pentru intensificarea procesului de respiraţie.

Sinteza etilenei induce în prima etapă creşterea permeabilităţii membranelor plasmatice, ceea ce favorizează contactul dintre enzimele oxidative şi substratul respirator. Dilley (1993) apreciază însă că etilena poate produce expresia genelor de maturare, care induc formarea unui ARNm specific, care codifică biosinteza enzimelor implicate în acest proces, aşa cum este cazul poligalacturonazei, pectinmetilesterazei, care se sintetizează în perioada preclimacterică, dar şi a ACC-sintazei şi a ACC-oxidazei.

Mai târziu, pe parcursul procesului de maturare a fructelor, etilena determină trecerea de la ciclul respirator cianidin sensibil (nor-

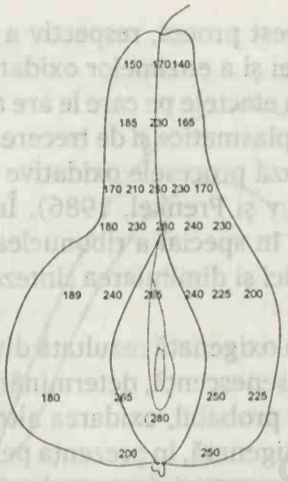


Fig. 8.7. Conductibilitatea electrică a ţesuturilor din perele de soiul Bosc

mal) la ciclul respirator cianidin intensiv (alternativ), în care nu se produce energie biochimică (ATP). Diminuarea energiei biochimice acumulate în moleculele de ATP conduce la scăderea ritmului de reînnoire a proteinelor şi, în general, a proceselor de biosinteză, ceea ce contribuie la trecerea fazei de senescenţă.

Maturarea fructelor nu se realizează simultan în toate ţesuturile, ci se manifestă în unele zone specifice, denumite *centre de maturare*. La caise, centrul de maturare apare în zona pistilară, de unde se propagă în tot fructul. La pere, primele simptome de maturare se manifestă în centrul fructului şi în zona pedunculară, iar la mere apare în zona centrală de unde se extinde spre exterior. La fructele citrice procesul de maturare începe din zonele periferice ale endocarpului, de unde evoluează spre centrul fructului.

Punerea în evidenţă a zonelor de apariţie a centrelor de maturare se poate face prin măsurarea conductibilităţii electrice a ţesuturilor. Cele mai mari valori se determină în zonele în care procesul de maturare este mai avansat, aşa după cum rezultă din *figura 8.7.*

Senescenţa fructelor reprezintă stadiul final ontogenetic, în care se produc modificări ireversibile şi care precede moartea fructelor (Rhodes, 1980). În acelaşi timp, reprezintă continuarea procesului de maturare, fiind determinată şi stimulată de aceiaşi factori care condiţionează şi maturarea. Rezultă deci că senescenţa este un proces coordonat genetic şi maturarea conduce inevitabil la senescenţă şi la moarte. Expresia genelor se manifestă în codificarea sintezei en-

zimelor implicate în acest proces, respectiv a enzimelor care catalizează biosinteza etilenei şi a enzimelor oxidative.

Sinteza etilenei, prin efectele pe care le are asupra creşterii permeabilităţii membranelor plasmatice şi de trecere la ciclul respirator cianidin intensiv, stimulează procesele oxidative şi le reduce pe cele de sinteză (Leshem, Halevy şi Frenkel, 1986). În acelaşi timp, sinteza enzimelor oxidative, şi în special a ribonucleazei, determină biodegradarea acizilor nucleici şi diminuarea sintezei proteinelor (Bonner şi Varner, 1965).

Radicalii liberi şi apa oxigenată rezultată din procesele metabolice stimulează procesul de senescenţă, determinând scăderea numărului de grupări sulfhidril şi, probabil, oxidarea altor grupări reducătoare (Frenkel, 1979). Apa oxigenată, în prezenţa peroxidazelor, poate oxida auxina, rezultând compuşi intermediari care stimulează senescenţa, iar radicalii liberi determină peroxidarea lipidelor, cu formarea de peroxizi corespunzători, proces ce contribuie la pierderea integrităţii membranelor şi a compartimentării celulare.

Frenkel (1974) a constatat că efectul etilenei de stimulare a procesului de senescenţă depinde şi de balanţa dintre auxină şi compuşii de oxidare a auxinei din fructe. Auxina acţionează ca un retardant al senescenţei, având rol de donor de electroni, menţinând astfel un grup sulfhidril (R-SH), în fază redusă.

Produşii de oxidare a auxinei reprezintă însă promotori ai senescenţei, putând funcţiona ca acceptori de electroni, care determină oxidarea grupărilor sulfhidril cu formarea de legături disulfid (R-S-S-R). Produşii de oxidare a auxinei au capacitatea de a stimula activitatea etilenei şi deci a procesului de senescenţă.

Tratarea perelor de soiul Williams cu auxină în concentraţie de 0,1 mmol determină inhibarea procesului de biosinteză a etilenei (*Fig.8.8.*). Rezultate asemănătoare s-au obţinut şi în cazul tratării perelor cu o soluţie de acid α-(p-clorfenoxi) izobutilic (CIPIBA), antagonist al etilenei.

Tratamentele cu spermină (1 mmol) determină după 24 de ore inhibarea sintezei etilenei cu 43 %. Aplicarea individuală a spermidinei şi putresceinei nu a avut efect asupra acestui proces, dar împreună cu spermina au inhibat sinteza etilenei cu 65 % (Toremadje şi Richardson, 1984).

Căderea fructelor reprezintă ultima etapă din viaţa fructelor pe pom. Desprinderea fructelor de pe planta-mamă are loc în zona de

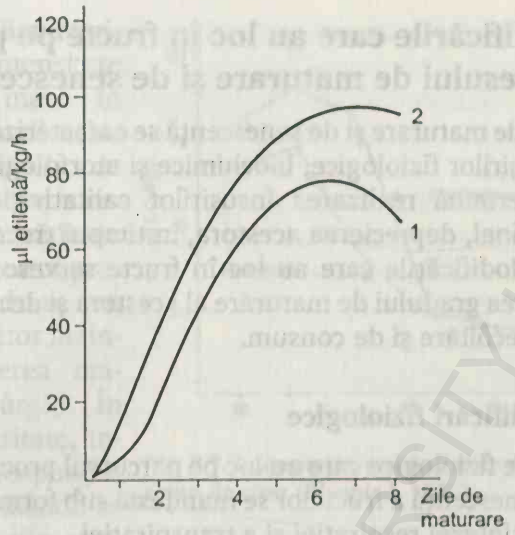


Fig. 8.8. Evoluţia etilenei în timpul maturării perelor Williams tratate cu 0,5 mmol auxină (*1*) şi netratate (*2*) (Frenkel şi Mukai, 1984)

abscisie, situată la baza pedunculului, la mijlocul sau la capătul acestuia.

Procesul de abscisie este stimulat de etilenă. Ramina ş.a. (1994) au constatat că în perioada de cădere a fructelor sporeşte cantitatea de acid ciclopropan-1-carboxilic din zona de separare, care reprezintă precursorul etilenei. Acumularea etilenei în zona de abscisie determină creşterea cantităţii de citoplasmă din celulele situate în această zonă, creşterea numărului de poliribozomi, a reticulului endoplasmatic rugos şi a dictiozomilor (Casadovo ş.a., 1992). Activitatea reticulului endoplasmatic rugos şi a complexului Golgi este legată de biosinteza, transportul şi eliminarea în spaţiul extracitoplasmatic a exo- şi endopoligalacturonazelor, responsabile de biodegradarea pectinelor din pereţii celulari şi din lamela mediană.

Studiile de microscopie electronică efectuate de Tirlapur ş.a. (1994), asupra zonei de abscisie a fructelor de piersic, au evidenţiat că activitatea acestei zone este însoţită de creşterea conţinutului în calciu al celulelor, vacuolizarea lor şi în fazele finale ale acestui proces, se constată degradarea completă a nucleului şi separarea celulelor. Desprinderea celulelor din zona de abscisie fac ca fructele să rămână atârnate doar de vasele conducătoare, care se rup sub greutatea acestora.

8.3. Modificările care au loc în fructe pe parcursul procesului de maturare şi de senescenţă

Procesele de maturare şi de senescenţă se caracterizează prin modificarea însuşirilor fiziologice, biochimice şi morfologice ale fructelor, care determină realizarea însuşirilor calitative caracteristice soiului şi, în final, deprecierea acestora, în timpul trecerii la faza de senescenţă. Modificările care au loc în fructe servesc ca indicatori pentru stabilirea gradului de maturare al acestora şi deci a momentului optim de recoltare şi de consum.

8.3.1. Modificări fiziologice

Modificările fiziologice care au loc pe parcursul proceselor de maturare şi de senescenţă a fructelor se manifestă sub forma variaţiei intensităţii fotosintezei respiraţiei şi a transpiraţiei.

Procesul de fotosinteză se desfăşoară în toate fructele nematurate, care conţin clorofilă şi care sunt expuse la lumină. Intensitatea acestui proces scade pe parcursul procesului de maturare a fructelor, pe măsură ce are loc biodegradarea pigmenţilor clorofilieni şi biosinteza celor carotenoizi.

Speciile de fructe care se recoltează înainte de maturitate, aşa cum sunt perele, merele, piersicile etc., în momentul recoltării mai conţin clorofilă. Din această cauză procesul de fotosinteză poate continua şi după recoltarea acestor fructe, dacă există suficientă lumină.

În momentul în care pigmenţii clorofilieni au fost complet biodegradaţi, procesul de fotosinteză din fructe încetează.

Procesul de respiraţie reprezintă un indicator pentru gradul de maturitate al fructelor, al stării fiziologice a ţesuturilor, precum şi un indicator al ritmului de biodegradare a substanţelor de rezervă.

Procesul de respiraţie este caracteristic pentru toate organismele vii şi constituie o condiţie indispensabilă pentru desfăşurarea procesului de maturare. În timpul respiraţiei se produce energia biochimică necesară sintezelor care au loc la maturarea fructelor: etilenă, proteine, pigmenţi carotenoizi şi antocianici etc.

Intensitatea procesului de respiraţie a fructelor are valoarea maximă în primele etape ale formării acestora (*Fig. 8.9.*). Dinamica procesului de respiraţie prezintă modificări caracteristice pe parcursul procesului de creştere şi maturare, în funcţie de care fructele au fost clasificate în două grupe: climacterice şi neclimacterice.

Fructele climacterice au o intensitate respiratorie mare în timpul diviziunii celulare. În perioada de creştere în volum a celulelor are loc scăderea intensităţii acestui proces, realizându-se un minim respirator înainte de începerea maturării (prepârgă). În faza de maturitate, intensitatea respiraţiei creşte, realizându-se un maximum climacteric, după care are loc descreşterea bruscă a intensităţii acestui proces, urmată de o scădere mai lentă, corespunzătoare fazei de senescenţă (*Fig. 8.10.*). Looney ş.a. (1974) au precizat că fructele de piersic abia formate au o intensitate a procesului de respiraţie de 150 ml CO^2/kg/h. Intensitatea acestui proces scade la 30 – 40 ml CO^2/kg/h, pentru a creşte din nou până la 50 – 80 ml CO^2/kg/h.

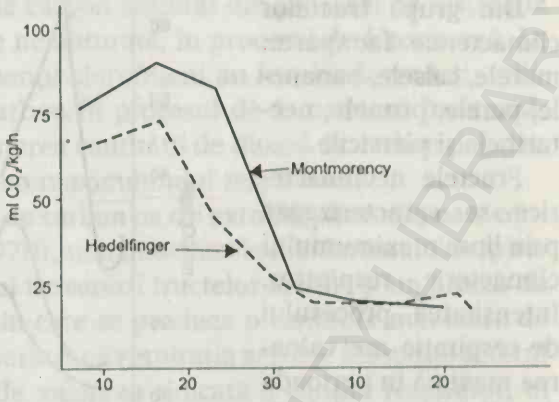


Fig. 8.9. Intensitatea procesului de respiraţie la două soiuri de cireş (Blanpied, 1972)

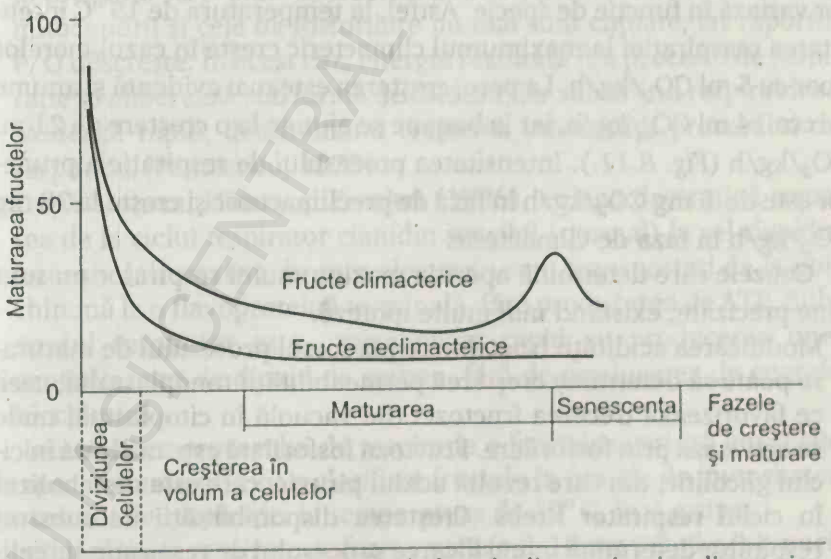


Fig. 8.10. Variaţia intensităţii respiraţiei la fructele climacterice şi neclimacterice

Din grupa fructelor climacterice fac parte: merele, caisele, bananele, perele, prunele, nectarinele şi piersicile.

Fructele neclimacterice se caracterizează prin lipsa maximumului climacteric respirator. Intensitatea procesului de respiraţie are valoarea maximă în perioada de diviziune celulară, după care scade continuu, pe parcursul perioadei de maturare şi de senescenţă.

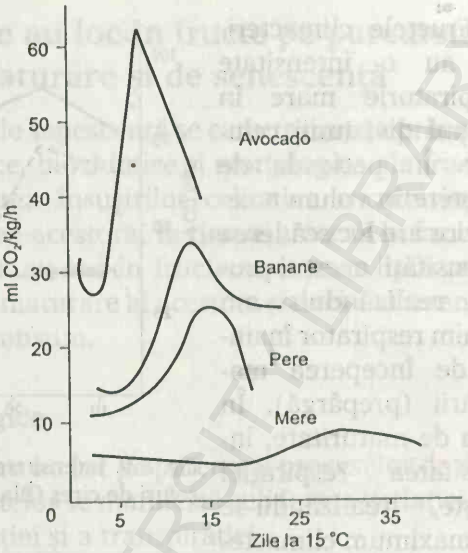


Fig. 8.11. Intensitatea procesului de respiraţie a unor fructe la maximum climacteric (Biale, 1950)

Din grupa fructelor neclimacterice fac parte: căpşunele, cireşele, coacăzele negre, lămâile, portocalele, vişinile, strugurii etc.

Valoarea intensităţii respiraţiei la maximumul climacteric respirator variază în funcţie de specie. Astfel, la temperatura de 15 °C intensitatea reaspiraţiei la maximumul climacteric creşte în cazul merelor doar cu 5 ml CO_2/kg/h. La pere, creşterea este mai evidentă şi anume de cca 14 ml CO_2/kg/h, iar la banane se ajunge la o creştere de 21 ml CO_2/kg/h (*Fig. 8.11.*). Intensitatea procesului de respiraţie a prunelor este de 5 mg CO_2/kg/h în faza de preclimacteric şi creşte la 38 mg CO_2/kg/h în faza de climacteric.

Cauzele care determină apariţia maximumului respirator nu sunt bine precizate, existând mai multe ipoteze.

- Modificarea acidităţii fructelor pe parcursul procesului de maturare poate să determine creşterea permeabilităţii tonoplastului, ceea ce favorizează trecerea fructozei din vacuolă în citoplasmă, unde se activează prin fosforilare. Fructoza fosforilată este utilizată în ciclul glicolitic, din care rezultă acidul piruvic, care este metabolizat în ciclul respirator Krebs. Creşterea disponibilităţii de substrat respirator determină intensificarea procesului de respiraţie şi realizarea climactericului respirator.

- O parte din dioxidul de carbon rezultat din procesul de respiraţie este utilizat în fructele nematurate, în procesul de fotosinteză. La maturitate, când pigmenţii clorofilieni au fost biodegradaţi, utilizarea dioxidului de carbon în procesul de fotosinteză încetează, ceea ce determină creşterea cantităţii de dioxid de carbon degajat, contribuind la realizarea maximumului respirator.
- Producerea dioxidului de carbon pe căi extrarespiratorii poate constitui, după Hulme (1970), una din cauzele maximumului respirator. Astfel, pe parcursul maturării fructelor are loc şi un proces de respiraţie anaerobă, din care se produce o cantitate mai mare de dioxid de carbon comparativ cu respiraţia aerobă. Existenţa acestui proces este dovedită de valoarea ridicată a câtului respirator, în faza de climacteric.
- Necuplarea reacţiilor de oxidare şi fosforilare poate constitui o altă cauză a producerii maximumului respirator. Hulme (1970) a constatat că în mitocondriile fructelor nematurate, cantitatea de oxigen utilizat este cuplat cu esterificarea fosforului anorganic, iar raportul P/O la substratul malat şi piruvat este apropiat de valoarea teoretică. Cuplarea procesului de oxidare, respectiv de transport de electroni, cu sinteza ATP-ului se presupune că se datoreşte unui factor de cuplare prezent în mitocondrii, care este activ în prezenţa ADP-ului. La fructele mature, procesele de oxidare din mitocondrii şi cele de fosforilare nu mai sunt cuplate, iar raportul P/O descreşte. În acest caz, energia rezultată din procesul de respiraţie se eliberează sub formă de căldură, iar substratul respirator se oxidează rapid, determinând creşterea intensităţii procesului de respiraţie (Pantastico, 1975).
- După Leshem, Halevy şi Frenkel (1986), etilena determină trecerea de la ciclul respirator cianidin sensibil (normal) la cel cianidin intensiv (alternativ), în care electronii sunt transportaţi de la ubichinonă la o flavoproteină terminală, fără producerea de ATP. Substratul respirator este metabolizat rapid cu producerea unei cantităţi mari de dioxid de carbon, fără de producerea de energie biochimică.

Intensitatea procesului de respiraţie a fructelor variază în funcţie de specie. Burzo (1986) a clasificat fructele în funcţie de intensitatea procesului de respiraţie, la temperatura de 10° C, în 4 grupe:

– cu intensitate respiratorie foarte mică (sub 10 mg CO_2/kg/h): nuci, alune, migdale, castane;

- cu intensitate respiratorie medie (10–20 mg CO_2/kg/h): mere, pere, prune, piersici;
- cu intensitate respiratorie mare (20–40 mg CO_2/kg/h): banane;
- cu intensitate respiratorie foarte mare (peste 40 mg CO_2/kg/h): căpşune, zmeură.

Principalul factor extern care determină intensitatea procesului de respiraţie este temperatura. Conform legii lui Vant' Hoff, creşterea temperaturii cu 10 °C determină dublarea reacţiilor biochimice. Cercetările efectuate de Burzo (1986) au evidenţiat că intensitatea procesului de respiraţie la 11 specii de fructe are valoarea medie de 10,3 mg CO_2/kg/h la temperatura de 0 °C (*Tabelul 8.1.*).

Ridicarea temperaturii la 5, 10, 15, şi 20 °C a determinat creşterea medie a intensităţii procesului de respiraţie la 18,0 mg, 30,6 mg, 54,2 mg şi, respectiv, la 83,7 mg CO_2/kg/h. Aceasta reprezintă intensificarea acestui proces de 1,75 ori la temperatura de 5 °C, de 2,97 ori la temperatura de 10 °C, de 5,26 ori la temperatura de 15 °C şi de 8,13 ori la 20 °C. Aşadar, prin creşterea temperaturii cu 10 °C în domeniul 0–10 °C, intensitatea respiraţiei creşte de 2,97 ori, în timp ce în domeniul 10–20 °C, creşterea este de 2,74 ori.

Intensitatea procesului de respiraţie creşte în domeniul 0–35 °C. La temperaturi mai mari de 35 °C are loc diminuarea intensităţii

Tabelul 8.1. **Intensitatea procesului de respiraţie a fructelor la 5 temperaturi (mg CO_2/kg/h)**

Specia	Temperatura, °C				
	0	5	10	15	20
Banane	13,4	18,2	23,1	50,2	100,0
Coacăze negre	16,0	27,0	39,0	90,0	130,0
Căpşune	17,3	30,5	59,5	85,0	135,0
Cireşe	4,5	6,6	12,0	24,5	36,7
Lămâi	3,0	6,2	11,4	15,3	21,0
Mere	4,1	7,6	14,5	24,2	42,3
Mure	22,0	27,0	39,0	90,0	130,0
Pere	2,8	6,1	15,2	28,6	46,9
Prune	3,6	6,2	17,0	26,8	40,2
Piersici	2,9	7,4	13,0	25,4	38,4
Zmeură	24,0	55,1	92,4	135,7	200,5

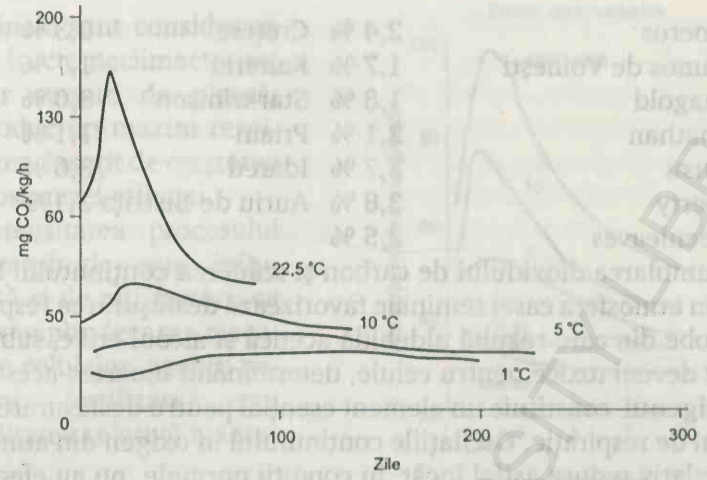


Fig. 8.12. Variaţia intensităţii procesului de respiraţie a merelor, în funcţie de temperatură (Kid şi West, 1937)

acestui proces, ca urmare a faptului că sunt afectate protein-enzimele implicate în acest proces.

În cazul perelor, efectul îndelungat al temperaturii se manifestă în mod diferit. Temperatura coborâtă (–0,25 ... + 1,1 °C) determină menţinerea la nivel relativ constant a intensităţii procesului de respiraţie a perelor din soiul Williams circa 160 de zile (*Fig. 8.12.*). Temperaturile cuprinse între 2,8 şi 4,5 °C determină apariţia unui maximum climacteric la 70 de zile, respectiv la 35 zile. Temperaturile cuprinse între 18 şi 21 °C determină creşterea marcantă a intensităţii procesului de respiraţie în faza de maxim climacteric şi realizarea acestuia după numai 15–22 zile. Rezultate similare au fost obţinute de Kidd şi West (1930), în cazul merelor.

Fructele care au intensitatea respiratorie mare se depreciază rapid la temperaturi ridicate. Astfel, bananele expuse la temperatura de 31 °C produc la climacteric 270 mg CO_2/kg/h. Oxigenul necesar pentru menţinerea respiraţiei la această intensitate nu poate penetra prin epicarp, pereţii celulari şi membranele plasmatice, creându-se condiţii de anaerobioză. Determinările efectuate de autori, în luna decembrie la 17 soiuri de mere păstrate în condiţii frigorifice, au stabilit următoarea variaţie a conţinutului în dioxid de carbon din atmosfera din casa seminală :

Golden Delicious	2,5 %	Sirprise	6,9 %
Starking Delicious	1,5 %	Florina	1,4 %

Generos	2,4 %	Creţesc	0,3 %
Frumos de Voineşti	1,7 %	Kalterer	1,1 %
Ionagold	1,8 %	Starkrimson	3,0 %
Jonathan	2,1 %	Priam	1,1 %
Mutsu	3,7 %	Idared	3,6 %
Liberty	3,8 %	Auriu de Bistriţa	3,1%
Greenleaves	2,5 %		

Acumularea dioxidului de carbon şi scăderea conţinutului în oxigen din atmosfera casei seminale favorizează desfăşurarea respiraţiei anaerobe din care rezultă aldehidă acetică şi alcool etilic, substanţe ce pot deveni toxice pentru celule, determinând moartea acestora.

Oxigenul constituie un element esenţial pentru desfăşurarea procesului de respiraţie. Oscilaţiile conţinutului în oxigen din atmosferă sunt relativ reduse astfel încât, în condiţii normale, nu au efecte negative asupra acestui proces. Efectul se poate resimţi însă după recoltare, la fructele depozitate. În cazul conducerii necorespunzătoare a factorilor de păstrare, se pot crea condiţii de anaerobioză, care determină deprecierea calitativă a fructelor.

Etilena stimulează procesul de maturare a fructelor. Cercetările efectuate de Biale (1964) au evidenţiat că tratamentele cu etilenă aplicate la mere determină apariţia timpurie a climactericului respirator. Cu cât concentraţia de etilenă este mai mare, cu atât climactericul se produce mai repede (*Fig. 8.13.*).

În cazul fructelor neclimacterice, tratamentele cu etilenă au determinat producerea climactericului respirator, a cărui amplitudine este cu atât mai mare, cu cât sporeşte mai mult concentraţia de etilenă utilizată la tratament.

Rhodes (1980) menţionează că fructele răspund în mod diferit la tratamentul cu etilenă.

- Merele, perele şi bananele răspund caracteristic prin devansarea climactericului respirator.
- Smochinele, fructe neclimacterice, răspund la tratamentele cu etilenă ca şi fructele climacterice.
- Cireşele răspund la tratamentul cu etilenă prin formarea maximumului climacteric, dar le lipseşte capacitatea de producere autocatalitică a etilenei.
- Căpşunele produc puţină etilenă, iar tratamentele cu etilenă nu determină apariţia maximului respirator. Jones ş.a. (1978) au constatat însă că aldehida acetică poate induce apariţia climactericului la această specie.

- Afinele sunt considerate ca fructe neclimacterice, dar ataşate de plantă, produc un maxim respirator, însoţit de creşterea biosintezei etilenei.

Intensitatea procesului de respiraţie este influenţată şi de alţi factori, ca de exemplu: lezarea mecanică a celulelor, agenţii patogeni, fertilizarea sau umiditatea relativă a aerului.

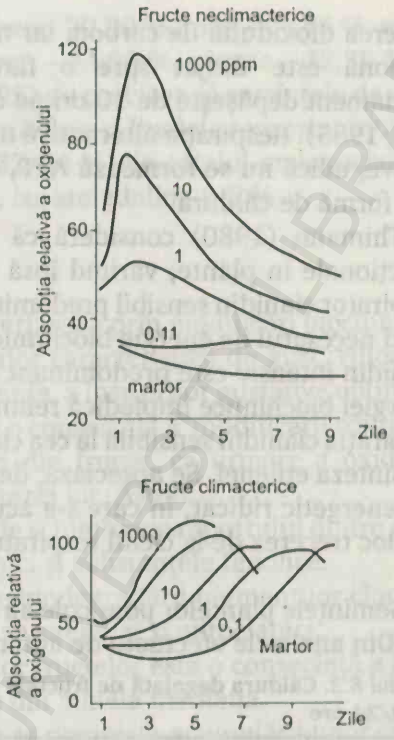


Fig. 8.13. Efectul tratamentelor cu etilenă asupra climactericului respirator al fructelor (Biale, 1964)

Căldura rezultată din procesul de respiraţie reprezintă în medie 60 % din energia produsă în procesul de respiraţie. Astfel, prin biodegradarea unei molecule de glucoză, rezultă 2 870 kJ energie, din care 1 140 kJ se înmagazinează sub formă de energie biochimică în 38 mol de ATP, iar restul de 1 730 kJ se elimină sub formă de energie calorică.

După realizarea fazei de maturitate, când are loc trecerea de la respiraţia cianidin sensibilă la cea cianidin intensivă, acumularea energiei sub formă de ATP este nulă, aceasta eliminându-se sub formă de energie calorică.

După datele Institutului Internaţional al Frigului (1967), căldura degajată de fructe variază între 0,2 şi 5,9 mJ/t/24 ore la temperatura de 0 °C şi între 1,3 şi 50,2 mJ/t/24 ore, la temperatura de 20 °C (*Tabelul 8.2.*). Se remarcă faptul că nucile, merele, perele şi strugurii degajă o cantitate mai mică de energie calorică, în timp ce murele, agrişele şi căpşunele degajă cantităţi mai mari de energie calorică, corelat cu metabolismul mai intens al acestora.

Ciclul respirator cianidin intensiv sau alternativ se desfăşoară în paralel cu ciclul respirator normal, cianid insensibil. Caracteristic pentru acest ciclu respirator este faptul că ionii CN nu blochează pro-

ducerea dioxidului de carbon, iar transportul electronilor de la ubichinonă este dirijat spre o flavoproteină terminală, al cărei randament depăşeşte de 10 ori pe cel al citocromoxidazei (Douce şi Day, 1985). Respiraţia alternativă nu este cuplată cu fosforilările oxidative, adică nu se formează ATP, energia rezultată fiind eliminată sub formă de căldură.

Thimann (1980) consideră că ambele cicluri respiratorii sunt funcţionale în plante, variind însă ponderea acestora. Astfel, ciclul respirator cianidin sensibil predomină în faza de creştere şi maturare, când necesarul de energie biochimică este sporit, iar ciclul respirator cianidin intensiv este predominant în faza de senescenţă, când lipsa energiei biochimice împiedică reînnoirea proteinelor. Trecerea de la respiraţia cianidin sensibilă la cea cianidin intensivă este stimulată de biosinteza etilenei. Se apreciază, de asemenea, că în ţesuturile cu nivel energetic ridicat, în care s-a acumulat o cantitate mare de ATP, are loc trecerea de la ciclul respirator cianidin sensibil la cel alternativ.

Seminţele plantelor pomicole au un conţinut relativ ridicat de lipide. Din analizele efectuate de autori rezultă că acesta variază astfel:

Tabelul 8.2. **Căldura degajată de fructele păstrate la cinci temperaturi, mJ/t/24 ore**

Specia	Temperatura, °C				
	0	5	10	15	20
Agrişe	1,2–1,7	2,0–4,8	3,0–8,2	6,9–17,6	10,5–26,8
Banane verzi	-	1,9–4,4	3,4–8,5	5,1–11,3	7,5–13,4
Caise	1,3–1,5	2,8–4,9	4,7–8,8	7,5–13,4	11,7–17,2
Cireşe	1,3–1,8	2,4–4,0	1,6–8,4	7,3–14,2	13,4–18,8
Căpşune	2,9–4,0	3,8–7,9	7,5–14,1	11,3–20,9	15,1–20,9
Mure	4,0–5,9	7,3–11,7	13,4–24,3	18,9–37,3	33,5–50,2
Mere	0,5–0,9	1,2–1,8	1,8–2,7	2,3–5,0	3,8–6,3
Nuci	0,2	0,4	0,8	0,8	1,8
Portocale	0,4–0,9	0,9– 1,5	1,8–3,0	3,1–4,8	5,8–5,9
Piersici	1,1–1,6	2,2– 3,5	5,4– 8,0	7,5–11,3	12,1–15,7
Pere	0,7–0,9	1,5– 3,6	2,0– 4,8	7,1–10,9	8,4–18,8
Prune	1,2–1,8	2,5–5,6	5,0–10,9	6,3–15,9	10,5–20,1

alun – 58,19 %, cais – 38,65 %, cireş – 29,50 %, măr – 14,55 %, migdal – 46,45 %, nuc – 61,50 %, prun – 34,90 %, piersic – 37,35 % şi vişin – 29,15 %. Femenia ş.a. (1995) au precizat că seminţele de cais conţin 43–63 % lipide în care acizii oleic şi linoleic reprezintă 92 %. Aminoacizii esenţiali reprezintă 32–34 % din totalul aminoacizilor, glucidele solubile reprezintă 7 %, iar amigdalina 5,5 %.

8.3.2. Modificări biochimice

Procesul de maturare se caracterizează prin modificări biochimice care conduc la realizarea însuşirilor caracteristice de gust, culoare, fermitate şi aromă sau, cu alte cuvinte, a însuşirilor gustative optime.

Realizarea acestor însuşiri este o consecinţă a modificării conţinutului în unii componenţi chimici din fructe, ca urmare a oxidării acestora sau, din contra, a biosintezei lor. Astfel:

- Modificarea gustului este dată de schimbarea raportului dintre glucidele reducătoare, acizii organici şi substanţele fenolice.
- Modificarea culorii se datoreşte biodegradării pigmenţilor clorofilieni şi biosintezei pigmenţilor carotenoizi şi antocianici.
- Modificarea fermităţii ţesuturilor fructelor este o consecinţă a biodegradării substanţelor pectice din lamela mediană.
- Formarea aromei caracteristice se datoreşte acumulării unor compuşi intermediari ai metabolismului, cu grad mare de volatilitate.

Pe parcursul procesului de maturare au loc şi alte modificări biochimice, care afectează conţinutul în lipide, proteine, vitamine, substanţe secundare etc. Transformările biochimice menţionate continuă şi pe parcursul trecerii la faza de senescenţă, determinând scăderea valorii energetice a fructelor ca urmare a biodegradării glucidelor, lipidelor şi protidelor, scăderea excesivă a fermităţii (mălăieţire), cât şi apariţia unui gust şi a unei arome anormale.

Modificarea gustului fructelor

Gustul reprezintă ansamblul de senzaţii gustative, olfactive şi de sensibilitate chimică, care sunt percepute atunci când fructele se găsesc în cavitatea bucală.

Receptorii gustativi din cavitatea bucală sunt excitaţi de substanţele dizolvate în apă, dând naştere senzaţiilor de dulce, acid şi amar. Senzaţia de dulce este dată de monoglucide, diglucide sau polialcooli, cea de amar este provocată de substanţele fenolice, glicozizi şi alcaloizi, iar senzaţia acidă, de acizii organici şi de sărurile acide.

Pe parcursul procesului de maturare, gustul fructelor se modifică. În perioada ce precede maturarea, gustul este acid, astringent, fiind determinat de conţinutul ridicat de acizi organici şi substanţe fenolice şi de conţinutul scăzut de glucide. Pe măsură ce fructele se apropie de maturitatea de consum, conţinutul în acizi organici şi substanţe fenolice scade, iar cel de glucide creşte, fapt ce contribuie la realizarea gustului caracteristic.

Pe parcursul fazei de senescenţă, conţinutul fructelor în aceste substanţe continuă să scadă, fapt ce conduce la apariţia unor însuşiri gustative nespecifice.

Aciditatea fructelor este determinată de prezenţa în vacuolele fructelor a acizilor organici. Principalii acizi organici identificaţi în fructe sunt:

- acidul malic, existent în fructele celor mai multe specii;
- acidul citric existent în căpşune, lămâi, portocale etc.

Alţi acizi organici care au fost identificaţi în fructe sunt următorii :

- acidul formic – în zmeură;
- acidul benzoic – în afine şi prune;
- acidul succinic – în coacăze şi fructe nematurate;
- acidul fumaric – în fructe nematurate;
- acidul cis-aconitic – în fructe;
- acidul glicolic – în mere şi pere nematurate;
- acidul citromalic – în citrice, coacăze şi mere;
- acidul tartric – în cireşe;
- acidul izocitric – în fructe;
- acidul glioxilic – în fructe;
- acidul oxalacetic – în fructe;
- acidul zaharic – în mere, piersici, pere, caise;
- acidul mucic – în pere, piersici şi caise;
- acidul glucuronic – în prune şi pere;
- acidul galacturonic – în mere, pere, piersici şi căpşune;
- acidul gluconic – în mere.

Alături de aceşti acizi organici se găsesc şi acizi fenolici, care au un rol mai important în realizarea gustului amar al fructelor nematurate.

Hulme (1970) a precizat că valoarea maximă a acidităţii titrabile se realizează în primele etape ale formării perelor şi a bananelor sau în faza de prepârgă la mere. Această creştere a conţinutului în acizi organici din fructe se datoreşte metabolizării incomplete a substanţelor energetice, prin ciclul Krebs.

Scăderea conţinutului în acizi organici este o consecinţă a metabolizării prin ciclul Krebs, dar şi o urmare a utilizării lor pentru sinteza altor compuşi organici sau ca urmare a neutralizării lor. Acizii citric şi succinic sunt metabolizaţi direct în ciclul Krebs, în timp ce acidul malic este mai întâi decarboxilat la acid piruvic, în prezenţa enzimelor malice.

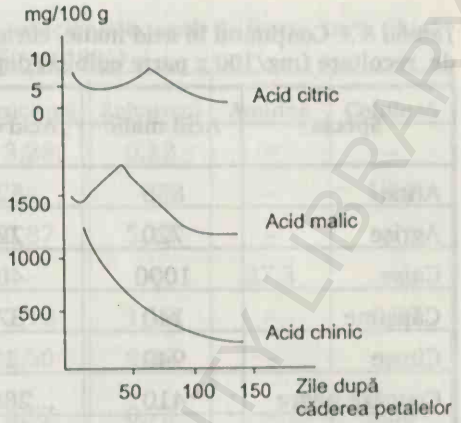


Fig. 8.14. Dinamica conţinutului în acizi organici, în timpul creşterii şi maturării merelor (Hulme şi Wooltorton, 1957)

Hulme şi Woltorton (1962), analizând merele în dinamică au constatat că imediat după căderea petalelor, acestea au un conţinut ridicat în acid chinic (peste 1 %). Pe parcursul perioadei de maturare, conţinutul în acid chinic scade rapid astfel încât după 150 de zile de la căderea petalelor, predomină acidul malic (*Fig. 8.14.*). Concomitent scade şi conţinutul în acid citric.

În epicarpul merelor nematurate s-a identificat şi acidul citramalic, care pe măsura avansării procesului de maturare se transformă în acid acetoacetic, considerat ca precursor al acetonei, care intră în compoziţia substanţelor volatile (Hulme, 1970).

Hulme (1966) a constatat că în timpul maturării perelor are loc creşterea conţinutului în acid shikimic.

În cazul căpşunelor s-a constatat că aciditatea fructelor creşte puţin până în faza de prepârgă, după care scade rapid pe parcursul perioadei de maturare (Spaid şi Morris, 1981). Când valoarea acidităţii s-a raportat la un fruct, aceasta prezintă o creştere considerabilă pe parcursul procesului de creştere şi maturare.

În piersicile nematurate predomină acidul chinic, care pe parcursul perioadei de maturare scade cantitativ, în timp ce proporţia galacturonatului şi a citratului creşte.

Aciditatea titrabilă din cele mai multe specii de fructe scade pe parcursul perioadei de maturare, astfel încât la recoltare, valoarea acesteia variază în următoarele limite : 0,23 % acid malic la pere, 0,49 % acid malic la mere, 0,79 % la piersici, 0,86 % la prune, 1,35 % la vişine şi 1,43 % acid malic la caise.

Tabelul 8.3. **Conţinutul în acid malic, citric şi oxalic din fructe, la maturitatea de recoltare (mg/100 g parte edibilă)** după Souci, Fackman şi Kraut (1981)

Specia	Acid malic	Acid citric	Acid oxalic	Acid clorogenic
Afine	850	523	0	121,0
Agrişe	720	720	19,3	–
Caise	1000	400	6,8	7,5
Căpşune	140	870	15,8	3,1
Cireşe	940	13	7,2	6,0
Coacăze negre	410	2880	–	–
Coacăze roşii	290	2070	9,9	2,7
Mere	650	550	0	7,8
Mure	900	18	12,4	–
Pere	170	140	6,2	–
Piersici	330	240	0	–
Prune	1220	34	11,9	9,0
Vişine	1800	–	4,7	0
Zmeură	400	1720	–	15,0

Proporţia în care se găsesc principalii acizi organici în unele specii de fructe recoltate la maturitatea de consum este prezentată în *tabelul 8.3.*

Modificarea gustului fructelor, determinată de metabolismul acizilor organici nu este similară la toate speciile. În general, acidul malic se oxidează cel mai uşor, ceea ce explică faptul că fructele bogate în acid malic îşi pierd mai repede aciditatea. Sunt oxidaţi apoi în ordine acidul citric şi cel tartric. Din această cauză fructele bogate în aceşti acizi îşi menţin mai bine aciditatea.

Glucidele sunt prezente în fructe sub formă de amidon, care se găseşte în cantitate mai mare în castane şi nuci (27,3–13,5 %) şi mai mică în banane, mere şi pere (0,1–2,7 %). În celelalte specii de fructe (*Tabelul 8.4.*), glucidele sunt prezente sub formă de glucoză (0,06–2,74 %), fructoză (0,05–7,33 %) şi zaharoză (0,01–10,60 %).

Pe parcursul procesului de maturare are loc un proces de acumulare a glucidelor în fructe. Acestea provin fie direct din procesul de fotosinteză, fie sunt retranslocate din organele vegetative ale plantelor.

Tabelul 8.4 **Conţinutul în glucide din principalele specii de fructe, în %** (după Gherghi ş.a., 1983; Souci, Fackman şi Kraut, 1981)

Specia	Glucide	Glucoză	Fructoză	Zaharoză	Amidon	Celuloză
Afine	9,2	2,32	3,28	0,12	–	–
Agrişe	9,4	–	–	–	–	1,19
Caise	10,1	1,73	0,87	5,12	–	–
Castane	28,0	–	–	–	27,3	–
Căpşune	5,0	2,00	2,10	1,10	–	0,33
Cireşe	11,8	6,10	5,50	0,22	–	–
Coacăze negre	7,60	2,69	3,57	0,73	–	1,38
Coacăze roşii	5,10	2,27	2,67	2,67	–	0,88
Gutui	10,10	–	–	–	–	–
Mere	11,60	1,73	5,91	2,58	0,60	0,76
Mure	5,10	–	–	–	–	–
Nuci	12,50	–	–	–	13,50	–
Pere	11,80	2,30	2,50	3,50	–	0,67
Piersici	10,50	1,16	1,27	5,38	–	–
Prune	12,30	2,74	2,06	2,78	–	0,23
Vişine	10,20	–	–	–	–	–
Zmeură	4,5	–	–	–	–	–

Forma de transport a glucidelor o constituie sorbitolul sau zaharoza, iar forma de depozitare a glucidelor o constituie amidonul în cazul nucilor, castanelor, alunelor şi migdalelor, dar şi a merelor, perelor, gutuilor, piersicilor şi caiselor, amidon care se depozitează în amiloplaste.

La cireşe, vişine, căpşune, zmeură, mure etc. glucidele se depozitează în vacuole sub formă de glucoză, fructoză şi zaharoză.

Declanşarea procesului de maturare este însoţită de iniţierea hidrolizei amidonului. Acest proces poate fi pus în evidenţă prin tratarea secţiunii transversale a fructelor, cu o soluţie de iod în iodură de potasiu. Hidroliza amidonului este marcată de dispariţia coloraţiei albastre caracteristice pentru amidon şi de creşterea conţinutului în glucoză.

Glucidele acumulate sunt distribuite în ţesuturile fructelor în mod diferit. Astfel, în cazul merelor, conţinutul în mono- şi diglucide creşte din zona calicială a fructelor spre cea pedunculară, din zonele verzi spre cele maturate. Choug ş.a. (1972) au constatat că acumularea glucozei şi a fructozei este mai evidentă în mezocarpul merelor, în timp ce sorbitolul şi zaharoza au un conţinut mai ridicat în epicarp (*Fig. 8.15.*).

Conţinutul fructelor în glucoză, fructoză şi zaharoză are o tendinţă generală de creştere, pe parcursul procesului de maturare a fructelor. Astfel, conţinutul în fructoză din mere, pere şi prune are o creştere evidentă, în timp ce la piersici acumulările sunt mai mici (Gherghi ş.a.,1983). Conţinutul în glucoză din speciile menţionate variază, în general, în limite relativ mici, iar raportul fructoză/glucoză rămâne aproape constant la cireşe şi creşte la mere, pere şi prune.

Conţinutul în zaharoză pe parcursul creşterii şi maturării fructelor variază în funcţie de specie. Astfel, la piersici, mere şi caise, conţinutul în zaharoză creşte continuu, la cireşe acumularea este mai puţin evidentă, iar la prune şi pere, conţinutul în zaharoză scade în ultima perioadă a maturării (Gherghi ş.a., 1983).

În timpul maturării piersicilor conţinutul în glucoză şi fructoză s-a menţinut aproape egal, zaharoza devine predominantă în fructele mature, iar sorbitolul are o concentraţie scăzută. Activitatea zaharozo sintetazei creşte rapid în timpul procesului de maturare a piersicilor, activitatea zaharozo fosfat sintazei este mai coborâtă, iar activitatea invertazei care este intensă în fructele tinere a scăzut în timpul procesului de maturare. Activitatea sorbitol oxidazei a fost intensă, în timp ce celelalte enzime implicate în metabolismul sorbitolului au avut o activitate scăzută (Moriguchi ş.a., 1990). Chapman şi Horvat (1990) au constatat că zaharoza şi sorbitolul au avut cele mai mari modificări în timpul maturării piersicilor, iar conţinutul în pectine totale a crescut liniar pe durata acestui proces.

Conţinutul în glucide totale din fructe înregistrează, în general, o creştere pe parcursul procesului de maturare. Cercetările efectuate au dovedit că în cazul cireşelor, conţinutul de glucide totale creşte de la 2,2 % la 8,8 %, în timp de 30 de zile de maturare pe pom.

Conţinutul în substanţă uscată solubilă din piersicile recoltate la maturitate trebuie să depăşească 10 %, pentru ca însuşirile gustative ale acestora să fie acceptabile. Monet (1983) a constatat că zaharoza reprezintă 50–80 % din substanţa uscată solubilă. Alături de zaha-

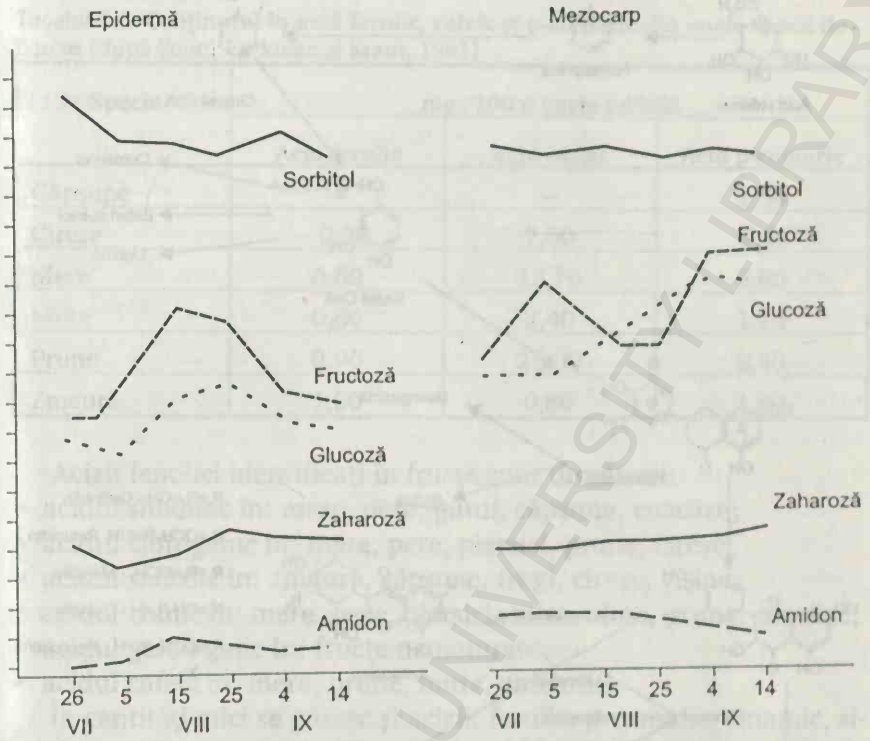


Fig. 8.15. Dinamica conţinutului în glucide din epiderma şi mezocarpul merelor McIntosh (Chong ş.a. 1972)

roză, în piersici a fost identificată glucoza, fructoza, urme de manoză şi xiloză, sorbitolul şi mioinozitolul.

Acumularea glucidelor pe parcursul perioadei de creştere şi maturare a fructelor şi scăderea conţinutului în acizi organici determină modificarea raportului dintre aceşti doi componenţi, care poate constitui un indicator pentru stabilirea momentului de recoltare şi pentru aprecierea însuşirilor gustative. Însuşirile gustative optime se realizează când valoarea acestui raport este de 18,7 pentru soiul de mere Golden Delicious, 29,1 pentru Red Delicious şi 29,7 pentru soiul Starkrimson. În cazul perelor valoarea acestui raport variază între 5 şi 10, iar la piersici între 9,5 şi 10,0.

Substanţele fenolice se acumulează în vacuolele celulelor din fructe ca substanţe secundare şi contribuie la realizarea gustului amărui-astringent caracteristic pentru fructele nematurate.

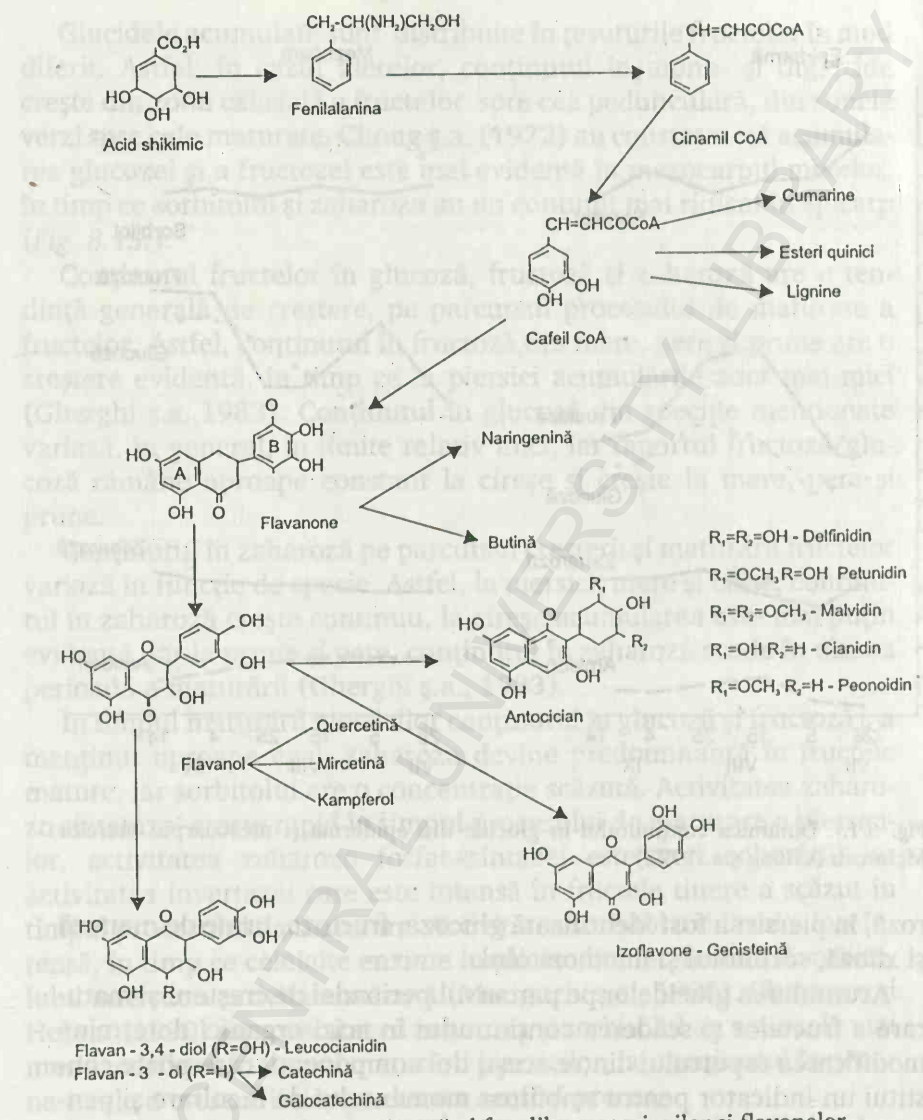


Fig. 8.16. Ciclul de biosinteză al fenolilor, antocianilor şi flavonelor

Sinteza fenolilor are ca substrat primar glucoza care este metabolizată în ciclul pentozofosfat, rezultând eritroza. Aceasta este metabolizată, la rândul ei, în ciclul acidului shikimic din care rezultă acizii fenolici (*Fig.8.16.*).

Compuşii fenolici din fructe sunt reprezentaţi în principal prin acizii fenolici, taninuri şi pigmenţi flavonoizi.

Tabelul 8.5. **Conţinutul în acid ferulic, cafeic şi p-cumaric din unele specii de fructe** (după Souci, Fackman şi Kraut, 1981)

Specia	mg /100 g parte edibilă		
	Acid ferulic	Acid cafeic	Acid p-cumaric
Căpşune	–	–	1,50
Cireşe	0,30	7,00	7,60
Mere	0,60	13,70	2,80
Mure	0,80	2,40	1,10
Prune	0,90	20,00	2,40
Zmeură	1,00	0,80	1,40

Acizii fenolici identificaţi în fructe sunt următorii:

- acidul shikimic în: mere, pere, gutui, căpşune, coacăze;
- acidul clorogenic în: mere, pere, piersici, prune, cireşe;
- acidul salicilic în: zmeură, căpşune, fragi, cireşe, vişine;
- acidul chinic în: mere, pere, piersici, caise, afine, prune, coacăze;
- acidul galoil-galic în: fructe nematurate;
- acidul cafeic în: mere, prune, mure, zmeură;.

În cantităţi mici se găsesc şi acizii: ferulic, p-cumaric, cinamic, sinapic, galic etc. Derivaţii acidului hidroxicinamic sunt relativ răspândiţi în fructe (Mavheix ş.a., 1977) şi prin oxidarea şi polimerizarea lor pot contribui la formarea melaninelor.

Conţinutul în principalii acizi fenolici din fructe este prezentat în *tabelul 8.5.*

Analizele efectuate în dinamică au dovedit că valoarea maximă a conţinutului în fenoli se constată în piersicile nematurate. În perioada de maturare, conţinutul de fenoli a patru soiuri de piersici a variat între17 şi 141 mg/100 g (Kumar, 1987). Principalii fenoli identificaţi în piersici au fost: acidul clorogenic, catechina, epicatechina, cianidina şi derivaţi ai acidului cafeic. În cantitate mai mică se găsesc: acizii galic, genistic, protocatehic, quercetina, mircetina şi delfinidina (Hermann, 1989).

Taninurile reprezintă esteri ai acidului galic sau ai altor acizi fenolici, cu glucidele, sau constituie produşi de condensare ai catechinelor (3-hidroxi flavone). Cele mai răspândite taninuri din fructe sunt:

- catechina, identificată în: mere, caise, mure, vişine, cireşe, coacăze roşii, coacăze negre, piersici, pere, agrişe, zmeură, căpşune;

Tabelul 8.6. **Conţinutul în catechine din unele specii de fructe** (după Hermann, 1974)

Specia	Catechine, mg/kg	Specia	Catechine, mg/kg
Mere	34–162	Prune	19–98
Pere	10–30	Căpşune	17–45
Cireşe	58–70	Mure	110–195
Vişine	170–200	Zmeură	32–62
Piersici	66	Agrişe	16–62
Caise	246		

- galocatechina, identificată în: coacăze negre, coacăze roşii şi agrişe;
- epigalocatechina în: mere, caise, mure, cireşe, vişine, pere, prune, gutui, zmeură, fragi.

Conţinutul în catechine din fructe variază în funcţie de specie şi soi, în limite relativ mari (*Tabelul 8.6.*).

Conţinutul mediu al fructelor în substanţe tanoide variază în funcţie de specie între 0,15 şi 0,61 mg/100 g ţesut proaspăt (*Tabelul 8.7.*).

Conţinutul de polifenoli (catechină şi naringenină) din cireşe este relativ scăzut (0,1 %), dar în ţesuturile acestei plante se acumulează în cantităţi mult mai mari: 1,8 % – în xilem, 2,0 % – în frunze şi 5,5 % în floem (Piretti ş.a., 1994).

Substanţele tanoide contribuie la realizarea gustului amar şi astringent al fructelor nematurate. Aceasta variază în funcţie de echilibrul dintre taninurile oligomere (cu 1–5 unităţi) şi polimere (cu 6–10 unităţi flavan-3-ol).

Dispariţia gustului astringent al fructelor nematurate, pe parcursul procesului de maturare este cauzată în parte şi de creşterea gradului de polimerizare a substanţelor tanoide (Maceix şi Fleurient, 1984).

Scăderea conţinutului în substanţe fenolice se datoreşte în principal oxidării şi polimerizării lor sub formă de taninuri sau melanine, care în faza de senescenţă determină apariţia unei culori anormale.

Catechinele au tendinţa de a se condensa în timpul maturării fructelor, sporind astfel cantitatea de substanţe fenolice cu greutate moleculară mare. Acest proces este considerat ca principala cauză care

Tabelul 8.7. **Conţinutul mediu de taninuri din unele specii de fructe** (după Gherghi ş.a., 1983)

Specia	g/100 g subst. proaspătă	Specia	g/100 g subst. proaspătă
Caise	0,15	Gutui	0,32
Căpşune	0,16	Mere	0,19
Cireşe	0,17	Pere	0,16
Coacăze negre	0,61	Piersici	0,16
Coacăze roşii	0,35	Prune	0,16
Fragi	0,20	Mure	0,29

conduce la diminuarea gustului astringent al fructelor, pe parcursul procesului de maturare.

Pe parcursul trecerii la senescenţă continuă procesele de oxidare, neutralizare, polimerizare şi de transformare în alţi compuşi organici ai glucidelor, acizilor organici şi substanţelor fenolice, ceea ce determină în final dispariţia gustului caracteristic pentru fructele maturate şi uneori favorizează apariţia unui gust anormal.

Modificarea culorii fructelor

Culoarea fructelor reprezintă o caracteristică pentru aprecierea calităţii lor şi, în acelaşi timp, un indicator pentru aprecierea gradului de maturitate, în vederea recoltării.

Culoarea constituie o caracteristică pentru o specie, un gen sau un soi şi este determinată de prezenţa pigmenţilor în celulele epidermei şi a hipodermei (mere, banane, caise etc.) sau în toate celulele fructelor (zmeură, coacăze negre, coacăze roşii, unele soiuri de nectarine, cireşe, vişine etc.).

În funcţie de modificările de culoare care au loc pe parcursul procesului de creştere şi maturare a fructelor se deosebesc:

- Culoarea de fond verde, caracteristică pentru fructele nematurate,este conferită de pigmenţii clorofilieni. La fructele maturate, culoarea de fond devine galbenă şi se datoreşte biodegradării pigmenţilor clorofilieni şi biosintezei celor carotenoizi.
- Culoarea de acoperire este prezentă pe partea însorită a fructelor sau poate să acopere aproape integral suprafaţa fructului (ex., la mere, piersici).

- Culoarea suprapusă apare sub forma unor dungi, striuri sau pete de diferite forme şi dimensiuni, fiind determinată de prezenţa pigmenţilor antocianici. La unele specii sau soiuri, culoarea suprapusă poate lipsi.

Culoarea epicarpului este un caracter de soi. Astfel, în cazul merelor, există soiuri cu o culoare (ex., galbenă la Golden Delicious şi verde la Granny Smith), cu două culori (ex., Banana de iarnă) sau cu trei culori (ex., Jonathan, Starking Delicious etc.).

Principalele grupe de pigmenţi care contribuie la realizarea culorii fructelor sunt următoarele:

Pigmenţii clorofilieni se biosintetizează din succinil CoA, care rezultă din ciclul Krebs şi din aminoacidul glicină. Se găsesc în cloroplastele celulelor din epicarpul fructelor şi conferă culoarea verde, caracteristică fructelor nematurate. Conţinutul în clorofilă al piersicilor nematurate a fost de 51 mg/100 g epicarp şi a diminuat pe parcursul procesului de maturare.

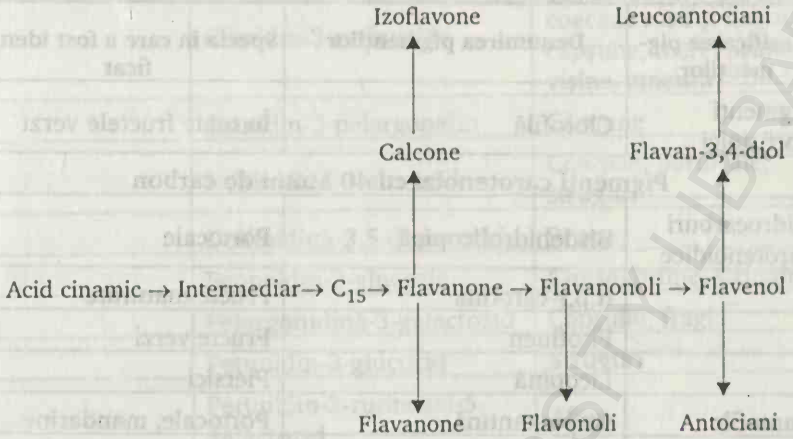
Conţinutul în pigmenţi clorofilieni din epicarpul fructelor reprezintă un indicator pentru aprecierea gradului de maturitate.

Pigmenţii carotenoizi se biosintetizează în ciclul mevalonat, din acetil CoA rezultată din β-oxidarea acizilor graşi în glioxizomi sau din decarboxilarea acidului piruvic. Se acumulează în cromoplastele din celulele epicarpului celor mai multe specii, dar şi în mezocarpul soiurilor cu pulpa galbenă.

Pigmenţii flavonoizi se găsesc în fructe sub formă de glicozizi, fiind derivaţi ai antocianidinelor, flavonei, izoflavonei sau a flavanolilor. Biosinteza acestor pigmenţi are la bază moleculele de glucide, care în ciclul pentozofosfat formează eritroza. Aceasta este metabolizată în ciclul acidului shikimic, din care rezultă acidul cinamic, din care rezultă aceşti pigmenţi, conform schemei de pe pagina următoare.

După cum rezultă din schemă, principalii pigmenţi flavonoizi sunt: antocianii, calconele, flavonele, flavonolii etc. care conferă fructelor culoarea roşie, albastră, galbenă, albă etc. Aceşti pigmenţi contribuie la formarea culorii complementare, suprapuse sau de acoperire a fuctelor.

Pigmenţii flavonoizi se acumulează în vacuolele celulelor din fructele speciilor pomicole, arbuştilor sau plantelor ierboase fructifere. În cazul merelor, antocianii se găsesc în celulele epidermei şi în 2–3 straturi de celule ale hipodermei, iar în cazul cireşelor şi al vişinelor se găsesc atât în celulele epicarpului, cât şi în cele ale mezocarpului.



Principalii pigmenţi care au fost identificaţi în fructe sunt prezentaţi în *tabelul 8.8.*

Fructele nematurate au un conţinut ridicat de pigmenţi clorofilieni, care le conferă culoarea verde caracteristică. Pe parcursul procesului de maturare a fructelor, conţinutul în pigmenţi clorofilieni scade ca urmare a unui proces de biodegradare catalizat de enzima clorofilază. În prima etapă are loc hidroliza fitolului, iar în cea de a doua, nucleul porfirinic se descompune punând în libertate magneziul.

Schultz (1969) a determinat conţinutul în pigmenţi clorofilieni din merele Golden Delicious şi a constatat o scădere a concentraţiei acestora de la 60 mg/100 g la 5 mg/100 g.

Cercetările efectuate de Clysters (1965), la mere, soiul Jonathan, au relevat că pe măsură ce creşte dimensiunea fructelor, scade conţinutul în clorofilă raportată la întreg fructul (*Fig. 8.17.*).

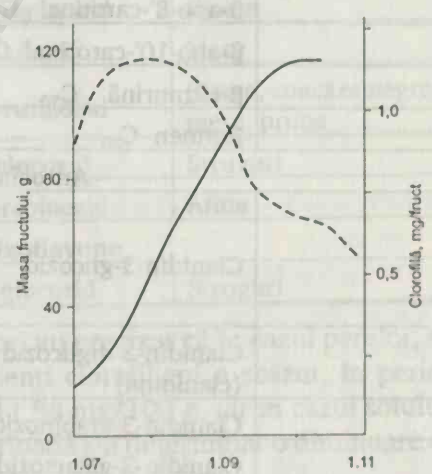


Fig. 8.17. Dinamica conţinutului în clorofilă şi a masei fructului de măr, soiul Jonathan (Clysters, 1969)

Tabelul 8.8. **Principalii pigmenţi identificaţi în fructe.**

Clasificarea pigmenţilor	Denumirea pigmenţilor	Specia în care a fost identificat
Pigmenţi porfirinici	Clorofilă	În toate fructele verzi
Pigmenţi carotenoizi cu 40 atomi de carbon		
Hidrocarburi carotenoidice	Bisdehidrolicopină	Portocale
	α,β,γ-carotina	Fructe maturate
	Fitofluen	Fructe verzi
	Licopină	Piersici
Xantofile	Criptoxantină	Portocale, mandarine
	Luteină	Piersici
	Zeaxantină	Citrice
Acizi carotenoidici	Citroxantină	Portocale
	Violaxantină	Portocale
Carotenoide cu mai puţin de 40 atomi de carbon		
Aldehide carotenoidice	β-apo-2'-carotinal C_{37}	Citrice
	β-apo-8'-carotinal C_{30}	Citrice
	β-apo-10'-carotinal C_{37}	Citrice
	β-citraurină C_{30}	Citrice
	Retinen C_{20}	Citrice
Antociani		
	Cianidin-3-glicozid	Agrişe, cireşe, căpşune, coacăze, prune, piersici, portocale, prune, zmeură
	Cianidin-3-diglicozid (cianidină)	Coacăze roşii
	Cianidin-3-arabinozid	Afine, mere
	Cianidin-3-galactozid (Ideină)	Afine, mere
	Cianidin-3-ramnoglucozid	Cireşe negre

Tabelul 8.8. (continuare)

	Cianidin-3-rutinozid	Agrişe, cireşe, piersici, coacăze roşii şi negre, căpşune, mere, prune, vişine, zmeură
	Cianidin-3-pelargonidin	Căpşune
	Delfinidină-3-glucozid	Coacăze, portocale, struguri
	Delfinidină-3,5-diglucozid	Prune
	Peonoidin-3-glucozid	Cireşe, prune, struguri
	Pelargonidină-3-galactozid	Căpşune, fragi
	Petunidin-3-glucozid	Struguri
	Petunidin-3-rutinozid-5-galactozid	Afine
	Malvidin-3-glucozid (oenină)	Struguri
Flavonoli		
	Compferol-3-glucozid	Căpşune, fragi, struguri
	Quercetină-3-galactozid	Afine, cireşe, mere, pere
	Quercetină-3-glucozid	Caise, coacăze negre, căpşune, mere, pere, prune, struguri
	Quercetină-3-ramnozid	Cireşe
	Quercetină-3-xilozid	Mere
	Quercetină-3-rutinozid	Cireşe, coacăze negre, mere, prune
	Mircetină-3-glucozid	Struguri
	Mircetină-3-arabinozid	Afine
Izoflavone		
	Genisteină-7-glucozid	Struguri

Analizele efectuate de autori au precizat că în cazul perelor, soiul Williams, conţinutul în pigmenţi clorofilieni a scăzut, în perioada 12.07 – 13.09, de la 22,9 la 11,88 mg/100 g, iar în cazul soiului de mere Jonathan, în aceeaşi perioadă s-a determinat o diminuare de la 16,78 la 10,49 mg/100 g.

Concomitent cu biodegradarea pigmenţilor clorofilieni, are loc biosinteza şi acumularea pigmenţilor **carotenoizi**. Schultz (1969) a

determinat în faza de maturare a soiului de mere Golden Delicious un conţinut mediu de caroteni de 3,8 mg/100 g. Pe parcursul procesului de maturare, conţinutul în pigmenţi carotenoizi din epicarp a crescut la 26 mg/100 g.

Din datele obţinute de autori, a rezultat că procesul de biosinteză a pigmenţilor carotenoizi este mai lent, astfel încât, pe parcursul perioadei de maturare a perelor Williams (30 de zile), s-a constatat o creştere de numai 1,6 ori (de la 0,9 la 1,4 mg/100 g).

Procesul de biosinteză a pigmenţilor carotenoizi este influenţat de temperatura din perioada de maturare, valorile optime variind între 16 şi 22 °C .

Pigmenţii **antocianici** constituie în cazul cireşelor, vişinelor, cât şi al unor soiuri de mere (ex., Starking Delicious), culoarea acoperitoare, în timp ce la alte specii cum sunt caisele, piersicile şi unele soiuri de mere constituie culoarea suprapusă.

Biosinteza acestor pigmenţi are loc pe parcursul procesului de maturare, este controlată genetic (Bellini ş.a., 1994) şi influenţată de fertilizare şi de temperatura ambiantă.

Faust (1965) a constatat că în cazul unei fertilizări abundente cu azot, glucidele sunt utilizate pentru sinteza aminoacizilor, în detrimentul biosintezei antocianilor. În condiţiile unei fertilizări azotate normale, o parte din glucide sunt metabolizate în ciclul pentozofosfat, iar eritroza rezultată intră în ciclul acidului shikimic, în care se sintetizează pigmenţii antocianici şi flavonici. S-a constatat, de asemenea, că diferenţele mai mari de temperatură dintre zi şi noapte stimulează biosinteza pigmenţilor antocianici.

Determinările cantitative efectuate de Faust (1965) au indicat prezenţa în epicarpul merelor a unei cantităţi de pigmenţi antocianici variind între 5 şi 6 $\mu g/cm^2$ în perioada iunie–iulie. În luna august s-a constatat o intensificare a biosintezei

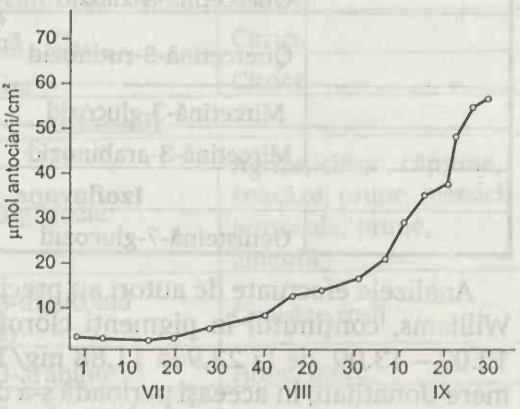


Fig. 8.18. Dinamica conţinutului în antociani din epicarpul merelor (Creasy, 1968)

acestor pigmenţi, ca în septembrie să se realizeze un conţinut de 30 μg/cm^2 epicarp.

Rezultate similare a obţinut şi Crasy (1968), care a constatat intensificarea biosintezei pigmenţilor antocianici cu 2–3 săptămâni înainte de recoltarea merelor (*Fig. 8.18.*).

Analizele efectuate de autori au precizat că în cazul soiului de mere Jonathan conţinutul în antociani al epicarpului a crescut în perioada 30.08 – 8.10 de la 3,7 la 20,7 mg/100g epicarp.

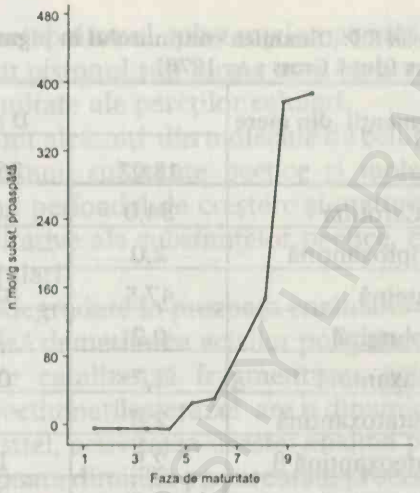


Fig. 8.19. Acumularea antocianilor în fructele de căpşun (Griven, 1974)

Cercetările efectuate de Given ş.a. (1988) la căpşune au evidenţiat că pe parcursul procesului de maturare conţinutul în antociani creşte până la 400 nmol/g substanţă proaspătă (*Fig. 8. 19.*).

Pigmenţii flavonici se acumulează pe parcursul perioadei de creştere şi maturare a fructelor. Astfel, Goren şi Monselise (1965) au determinat sinteza intensă a hesperidinei în primele două luni de creştere a portocalelor, ajungându-se la o concentraţie de 700 mg/fruct, după care rămâne aproape constantă.

Conţinutul fructelor în pigmenţi variază, aşadar, pe parcursul procesului de maturare şi senescenţă în funcţie de etapa acestui proces, cu particularităţi specifice pentru fiecare specie şi soi.

Dinamica conţinutului în pigmenţi din mere, soiul Golden Delicious, este prezentat în *tabelul 8. 9.*

În timpul fazei de trecere de la maturitate la senescenţă are loc biodegradarea pigmenţilor din fructe şi apariţia unei culori anormale. Aceasta este determinată de următoarele transformări biochimice.

Prin oxidarea farnesanului se formează hidroperoxizi, toxici pentru celulele fructelor, care favorizează brunificarea epicarpului merelor.

Acidul clorogenic şi catechina sunt oxidate în prezenţa polifenoloxidazei şi a oxigenului, determinând brunificarea celulelor lezate ale fructelor.

Tabelul 8.9. **Dinamica conţinutului în pigmenţi din mere, soiul Golden Delicious** (după Gross ş.a., 1978)

Pigmenţii din mere	Data analizei			
	18.07	26.09	10.10	7.11
β-Carotină	34,0	27,6	23,0	7,9
Criptoxantină	2,0	–	–	2,4
Luteină	47,5	33,3	24,0	9,2
Isoluteină	0,2	2,7	3,7	6,8
Zeaxantină	1,7	0,9	2,5	3,1
Mutatoxantină	2,8	–	–	1,1
Luteoxantină β	2,5	1,1	2,5	7,6
Neocron	3,7	–	–	1,7
Neoxantină α	4,2	11,7	15,6	18,2
Neoxantină β	–	–	–	1,2
Alţi caroteni	0,6	3,2	3,9	0,6

Flavanii pot forma compuşi de oxidare, care, la rândul lor, pot determina brunificarea ţesuturilor merelor.

Dopamina formează prin oxidare dopamelanine care determină brunificarea epicarpului bananelor.

Antocianii din căpşune pot fi oxidaţi, favorizându-se astfel brunificarea acestora.

Modificarea fermităţii fructelor

Fermitatea fructelor este determinată în principal de conţinutul acestora în pectină, substanţă ce alcătuieşte lamela mediană dintre celule şi care asigură coeziunea acestora, de structura pereţilor celulari şi conţinutul acestora în celuloză, precum şi de volumul spaţiilor intercelulare.

Pectina este alcătuită din molecule de acizi galacturonici, legate între ele prin legături 1,4 α–glicozidice. Grupările carboxilice ale acestor substanţe sunt esterificate cu alcool metilic. Pectina conţine şi molecule de galactani, arabani xilani, legând şi ioni de calciu, care măresc stabilitatea acestui complex.

Prin determinarea fermităţii ţesuturilor cu penetrometrul prevăzut cu pistoane cu diametrul de 8 sau 11 mm se pun în evidenţă

modificările determinate de metabolismul substanţelor pectice, iar utilizarea unui penetrometru cu pistonul sub forma unui ac permite măsurarea modificărilor de fermitate ale pereţilor celulari.

Pereţii celulari ai fructelor sunt alcătuiţi din molecule de celuloză, hemiceluloze, hexozani, pentozani, substanţe pectice şi molecule proteice (elastină). Pe parcursul perioadei de creştere şi maturare a fructelor, au loc modificări calitative ale substanţelor pectice, cât şi ale constituenţilor pereţilor celulari.

Substanţele pectice sunt biodegradate în prezenţa enzimelor pectinmetilesteraza, care catalizează demetilarea acizilor poligalacturonici şi poligalacturonază, care catalizează fragmentarea acizilor poligalacturonici. Activitatea pectinmetilesterazei are o dinamică ce variază în funcţie de specie. Astfel, activitatea acestei enzime poate scădea, rămâne constantă sau poate diminua pe parcursul procesului de maturare. Balestrieri ş.a. (1990) au constatat că activitatea acestei enzime este modificată şi de prezenţa unei glicoproteine cu rol inhibitor, care a fost identificată în fructele de kivi.

Rhodes (1980) a determinat în pere şi piersici două poligalacturonaze: o exogalacturonază, care catalizează fragmentarea grupărilor finale ale acizilor poligalacturonici, şi o exopoligalacturonază, care catalizează fragmentarea randomizată a acestor acizi.

Descompunerea substanţelor pectice la acizi poligalacturonici şi fragmentarea acestora determină creşterea gradului de solubilitate a acestora, desprinderea celulelor şi scădera fermităţii. Huber (1984) a constatat în cazul căpşunelor că proporţia de poliuronide solubile din totalul poliuronidelor creşte de la 30 % în faza de prepârgă la 65 % în faza de maturitate, concomitent cu creşterea gradului de hidratare a pereţilor celulari.

După Knee şi Bartley (1981), scăderea fermităţii ţesuturilor merelor din soiul Cox Orange Pippin este însoţită de eliberarea galactozei şi creşterea activităţii β-galactozidazei (*Fig. 8.20.*).

Biodegradarea pereţilor celulari se realizează şi cu participarea celulazei care hidrolizează legăturile β(1–4) dintre reziduurile de glucoză. Substratul natural al acestei enzime nu este bine precizat, dar se consideră că poate fi un polimer al hemicelulozei, şi nu celuloza propriu-zisă (Seymour, Taylor şi Tucker, 1993).

Identificarea activităţii unor enzime care biodegradează lamela mediană alături de altele care biodegradează pereţii celulari conduce la concluzia că scăderea fermităţii fructelor este un proces complex, care se realizează cu participarea unui număr mai mare de enzime şi

care încă nu este bine cunoscut. De asemenea, nu se cunoaşte nici modul cum se realizează reglarea acestui proces, în corelaţie cu maturarea fructelor.

Dawson ş.a. (1991) au constatat că după şase zile de la recoltarea nectarinelor se constată existenţa unui proces de biodegradare a pereţilor celulari, care se caracterizează prin eliberarea arabinozei şi galactozei.

Boroş (1970) a menţionat că în timpul maturării perelor, conţinutul în substanţe pectice scade de la 800 la 100 mg/100g, în timp ce conţinutul în pectine solubile creşte de la 300 la 700 mg/100g. Concomitent fermitatea fructelor scade de la 7 la 1 kgf.

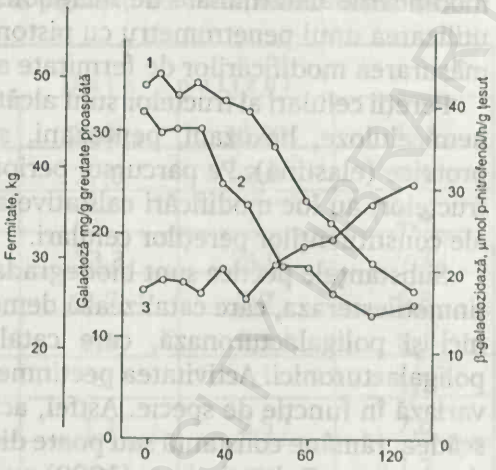


Fig. 8.20. Modificarea fermităţii (*1*), a conţinutului în galactoză (*2*) şi activitatea β-galactozidazei din merele Cox Orange păstrate la 2 % O_2 şi 3 °C (Kree şi Bartley, 1981)

Scăderea fermităţii fructelor de piersic, soiul Elberta, a fost corelată cu activitatea poligalacturonazei (Pech şi Fallot, 1972). Rezultate similare au obţinut şi Souty şi Andre (1975) (*Fig. 8.21.*).

Concomitent cu modificarea conţinutului în substanţe pectice, are loc şi biodegradarea unor compuşi din pereţii celulari. Astfel, în timpul creşterii şi a maturării merelor se produce îngroşarea pereţilor celulari prin depunerea de noi microfibrile celulozice. Ca urmare, valoarea fermităţii pereţilor celulari, determinată cu un penetrometru prevăzut cu un ac cu diametrul de 0,1 mm, creşte în cazul merelor de soiul Golden Delicious de la 12 g/cm^2 în data de 9 iunie la 23 g/cm^2 în 17 octombrie (Stoll, 1961).

În timpul maturării şi supramaturării fructelor, nu s-au constatat biodegradări ale moleculelor de celuloză. În schimb hemicelulozele, alcătuite dintr-un amestec de xilani (30 %), arabani, galactani manani şi pectine, sunt biodegradate rapid. Astfel, în cazul bananelor, conţinutul în hemiceluloze scade de la 9 la 1 – 2 % (Loesecke, 1949). Concomitent sunt biodegradaţi hexozanii şi pentozanii care fac

legătura dintre moleculele de celuloză, hemiceluloze, pectine şi elastine.

Trecerea de la faza de maturitate la cea de senescenţă este însoţită de continuarea procesului de biodegradare a pectinelor insolubile, ceea ce contribuie la scăderea excesivă a fermităţii unor fructe, aşa cum sunt perele şi bananele. Acest proces este cunoscut sub denumirea *de mălăieţire*.

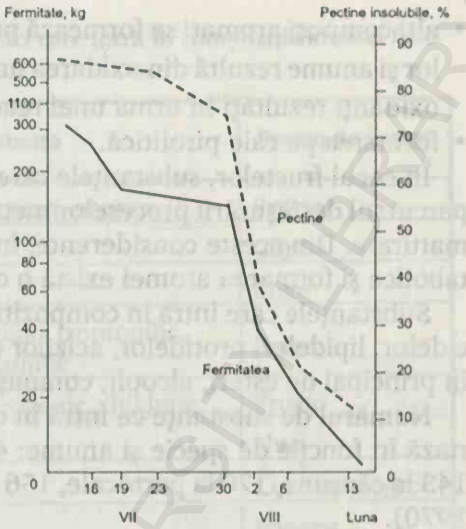


Fig. 8.21. Dinamica conţinutului în pectine insolubile şi a fermităţii pe parcursul maturării piersicilor (South şi Andie, 1975)

Volumul spaţiilor intercelulare poate constitui un alt factor important ce poate condiţiona fermitatea fructelor. Volumul spaţiilor intercelulare în perioada de creştere a fructelor reprezintă 25 % în cazul merelor şi 5 % pentru pere. Hidroliza lamelei mediane, pe parcursul perioadei de maturare a fructelor, determină creşterea volumului spaţiilor intercelulare, corelat cu diminuarea fermităţii fructelor.

Modificarea aromei fructelor

Aroma reprezintă senzaţia percepută cu ajutorul organului olfactiv, pe cale retro-nazală, atunci când fructele se găsesc în cavitatea bucală.

Din punct de vedere chimic, substanţele care conferă aroma fructelor sunt hidrocarburi, alcooli, fenoli, aldehide, cetone, esteri, eteri, terpene, substanţe azotate etc.

După Sanderson şi Graham (1973), formarea compuşilor aromatici necesită participarea a 4 tipuri de mecanisme:

- biosinteza directă a unor compuşi, aşa cum sunt terpenele şi esterii;
- unii compuşi aromaţi se formează prin acţiunea directă a enzimelor asupra unor precursori;

- alţi compuşi aromaţi se formează prin acţiunea indirectă a enzimelor şi anume rezultă din oxidarea unor precursori de către compuşii oxidanţi rezultaţi în urma unei reacţii enzimatice;
- formarea pe cale pirolitică.

În cazul fructelor, substanţele care conferă aromă se formează pe parcursul desfăşurării proceselor metabolice, pe durata perioadei de maturare. Din aceste considerente, între intensitatea proceselor metabolice şi formarea aromei există o corelaţie strânsă.

Substanţele care intră în compoziţia aromelor sunt derivaţi ai glucidelor, lipidelor, protidelor, acizilor organici etc., fiind reprezentate în principal de esteri, alcooli, compuşi carbonilici şi terpene.

Numărul de substanţe ce intră în compoziţia aromei fructelor variază în funcţie de specie şi anume: 49 compuşi în cazul bananelor, 143 la căpşune, 170 la portocale, 156 la mere şi 203 la lămâi (Hulme, 1970).

Principalii compuşi chimici care intră în compoziţia aromei fructelor sunt prezentaţi în *tabelul 8.10.*

Cantitatea de substanţe volatile formate de fructe variază între 1 şi 22 mg/kg la mere, 1,2–1,8 mg/kg la banane, 2–3 mg/kg la zmeură, 5–10 mg/kg la căpşune şi 1,1 mg/kg la afine (Nursten, 1970).

Aroma caracteristică unei specii de fructe se poate datora unei singure substanţe la pere şi banane, unui număr mic de substanţe la mere, afine, zmeură şi unui număr mare de substanţe la caise, piersici, căpşune etc. Astfel, aroma perelor este datorată trans-2-cis-1-decadienoaţilor, aroma lămâilor se datoreşte prezenţei citralului, aroma merelor prezenţei hexanalului şi trans-2-hexenalului, iar aroma alunelor este dată de prezenţa benzaldehidei.

Biosinteza acestor substanţe în celulele fructelor are loc cu participarea mai multor cicluri biochimice:

- Alcoolii se formează din reducerea aldehidelor sau din aminoacizi.
- Aldehidele se formează din alcooli sau din aminoacizi.
- Cetonele se formează din dezaminarea aminoacizilor.
- Acizii organici rezultă din ciclul Krebs.
- Acizii fenolici se formează în ciclul acidului shikimic.
- Esterii caracteristici pentru aroma merelor, căpşunelor etc. se formează prin acilarea alcoolilor.
- Lactonele, componente ale aromei caiselor şi piersicilor, se formează din acetat (Tang şi Jenings, 1967) sau din acizi graşi cu 16 atomi de carbon.

Tabelul 8.10. **Principalii compuşi chimici care intră în compoziţia aromei fructelor**

Grupa de compuşi	Substanţa	Specia de fructe
Hidrocarburi	Etilenă, propilenă, etan, pentan	Fructe
	Pentacosan	Citrice
	Nonacosan	Mere
Alcooli	Metilic, etilic, propilic, izopropilic, butilic, izobutilic, amilic	Fructe
Fenoli	Acid cianamic, clorogenic, shikimic	Fructe
	Hidrojuglonă	Nuci
	β-naftol	Coacăze negre
	Eugenol	Banane
Aldehide	Etanal, propanal, octanal, nonanal, decanal, dodecanal, 2-hexenal, aldehidă benzoică	Fructe
Cetone	Acetonă	Struguri
	2-Metil-2-hepten-6-onă	Citrice
Acizi organici	Acid acetic, butilic, izobutilic, caprilic, caprinic, capronic, formic, propionic, protocatehic	Fructe
Esteri	Formiat de amil	Mere
	Esterul metilic al acidului izocapronic	Ananaşi
Terpene	Ironă	Agrişe
	α-Bisabolen	Mere
	α-Farnesen şi acid ursolic	Mere
Substanţe azotate	Acid cianhidric	Migdale

- Terpenele, caracteristice pentru aroma caiselor şi piersicilor, se sintetizează prin condensarea acetatului.

Determinările efectuate au scos în evidenţă că producerea de substanţe aromate, volatile prezintă un maximum în faza de maturitate a fructelor.

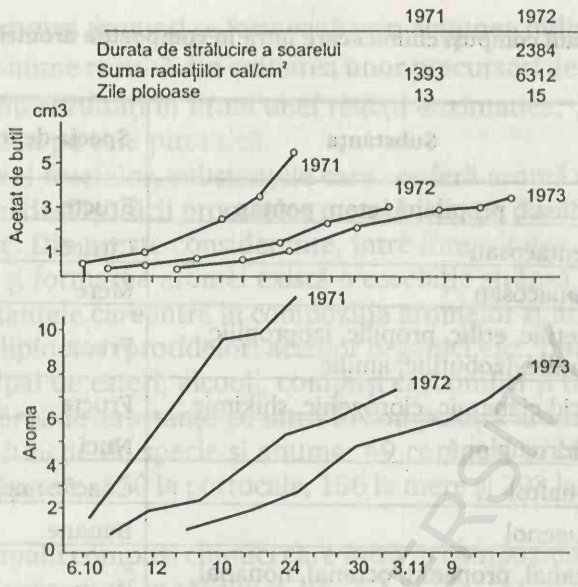


Fig. 8.22. Conținutul în arome și în acetat de butil al merelor din soiul Golden Delicious (Buchloh și Neubeller, 1974)

Merele produc la maturitate cantități mai mari de acetat de n-butil, aldehidă acetică, acetat de etil, alcool etilic și metil-2-butanol (*Fig. 8.22.*).

Perele produc cantități mai mari de aldehidă acetică, acetat de etil și alcool etilic. Shiota ș.a. (1990) au precizat că substanțele aromate din pere, soiul Le France, sunt alcătuite în proporție de 70,6 % din etil, propil, butil și hexil acetați, a căror cantitate sporește în timpul procesului de maturare.

Substanțele volatile produse de **caise** variază în funcție de soi între 7,14 și 160,4 μg/g (Hermann, 1991). Dintre aceste substanțe, ponderea o dețin lactonele (22 – 60 % în funcție de soi), aldehidele (18 – 59 %) și alcoolii (4 – 32 %). Takeoka ș.a. (1990) au identificat în aroma căpșunelor 49 de componente dintre care 25 de componente noi. Au fost identificați: linalol, lactone și produși de peroxidare a lipidelor cu 6 atomi de carbon, precum și β-iononă, γ-decalactonă, hehanal, 2-hexenal, 2,4-decadienal, 2-nonenal și γ-dodecalactonă.

Substanțele volatile produse de **gutui** conțin esteri și etil-2-butanoat.

Monet (1983) menționează că **piersicile** produc în cursul maturării lactone (octolactonă, γ-decalactonă, dodecalactonă), esteri

(izovalerat de metil, acetat de butil şi salicilat de metil) şi aldehide (benzaldehidă şi izopentenal). Hermann (1991) a constatat că aroma piersicilor produse în SUA se datoreşte prezenţei hexanalului, 2-hexenalului, benzaldehidei, linalolului şi lactonelor (γ-decalactonă şi γ-dodecalactonă).

Visai ş.a. (1994) au constatat că principalele componente volatile produse de soiul de piersici Redhaven sunt acetona, benzaldehida, α-terpinen şi γ-terpinen, γ-decalactonă, γ-pentalactonă şi γ-hectalactonă.

Hermann (1991) a constatat că substanţele volatile produse de **căpşune** conţin 28 de compuşi, dintre care ponderea o deţin: nonanalul, hexanolul, 3-metilbutanolul, linalolul, 3-metil-butilacetatul şi hexilacetatul. Douillard şi Guichard (1990) menţionează că substanţele aromate produse de soiul de căpşuni Tioga conţin mesifuran, furaneol şi nerolidol, în timp ce substanţele din soiul Senga Sengana conţin esteri, γ-decalactonă, trans-hex-2-enal şi hexanal.

Larsen şi Poll (1992) au identificat 24 de compuşi în aroma căpşunelor din soiul Senga Sengana. Ponderea au deţinut-o etil-butanolul (4,53 mg/kg), etil hexanoatul (0,47 mg/kg) şi 2,5-dimetil-4-hidroxi-3-(2H)-furfurona (11,7 mg/kg).

Perez ş.a. (1992) menţionează că în cazul căpşunelor din soiul Chandler, cei mai importanţi compuşi volatili din aromă sunt: etil esterii şi anume etil butanoatul şi etil hexanoatul.

Substanţele volatile din **cireşe** şi **vişine** conţin în principal: benzaldehidă, alături de care se găsesc în proporţii diferite: linalol, hexanal, 2-hexenal, 6-nonadienal, fenil-acetaldehidă şi eugenol, caracteristică pentru fructele de coacăz negru (*Rubus laciniata* L.), se datoreşte prezenţei următoarelor substanţe: 2-heptanol, p-cimen-8-ol, 2-heptanonă, 1-hexanol, α-terpineol, 1-octanol, isoborneol, mirtenol, 4-terpineol, carvonă, elemicină şi nonanal (Giorgilopulus şi Gallois, 1987).

După Hermann (1992), substanţele volatile produse de **coacăza neagră** conţin în principal: caren, β-cariofilen, β-felandren, α-pinen, limonen, terpinolen şi etilacetat.

Substanţele volatile produse de **zmeura** cultivată conţin: 23,4 % terpene, 6,4 % sesquiterpene, 14,2 % alcooli alifatici, 36,7 % terpen-alcooli şi 13,9 % ironă şi dehidroironă (Hermann , 1992).

În substanţele volatile produse de **coacăzele roşii** se găseşte o cantitate mai mare de : butanal, 2-pentenal, 2-metilbutanol, mircen, p-xilol şi 1-metil-4-izopropeniltoluol (Hermann, 1992).

Conţinutul de proteine din fructe variază între 0,3 % (mere) şi 18,3 % (migdale).

Pe parcursul perioadei de creştere şi maturare a fructelor are loc un proces permanent de reînnoire a proteinelor structurale şi active, respectiv a proteinelor citoplasmatice şi a protein-enzimelor. Prin acest proces se menţine viabilitatea citoplasmei, se determină biodegradarea enzimelor care nu mai sunt utile şi se biosintetizează altele noi, care sunt necesare în perioada respectivă.

Davies (1981) a constatat că în cca 3–5 zile se regenerează 50 % din proteinele din frunze. Pe măsură ce procesul de maturare avansează, ritmul de reînnoire a proteinelor se reduce (Lieberman, 1983).

Din procesul de biodegradare a proteinelor rezultă aminoacizii care sunt utilizaţi pentru biosinteza altor proteine. Ca urmare, are loc o modificare permanentă a aminoacizilor liberi din diferitele organe ale plantelor şi în principal din fructe.

Perez ş.a. (1992), analizând dinamica aminoacizilor liberi din căpşune, soiul Chandler, au constatat că asparagina, glutamina şi alanina deţin ponderea. Conţinutul total de aminoacizi rămâne relativ constant, dar cu mici variaţii în ponderea aminoacizilor timp de 41 zile după înflorit. În următoarele 5 zile, se constată însă o scădere a conţinutului de aminoacizi liberi de 1,91 ori.

Conţinutul de lipide din fructe creşte pe parcursul procesului de maturare a fructelor. Astfel, conţinutul în lipide de rezervă variază în faza de maturitate între 0,11 % la piersici şi 1,90 % la castane. Fac excepţie nucile, alunele şi migdalele, al căror conţinut mediu de lipide este de 62,50, 61,60 şi, respectiv, 54,10 %.

Fosfolipidele, care reprezintă principalele constituente ale membranelor celulare, rămân constante sau se acumulează lent pe parcursul perioadei de maturare a merelor.

8.3.3. Modificări ultrastructurale

Pe parcursul procesului de maturare şi de senescenţă a fructelor au loc numeroase modificări ultrastructurale (Crăciun, nepublicat). Aceste modificări sunt mai reduse în timpul procesului de maturare a fructelor. Astfel, a fost pusă în evidenţă scăderea numărului de tilaco-

ide şi de grane din cloroplastele existente în celulele epicarpului şi transformarea acestora în cloro-cromoplaste.

Cromoplastele se veziculează şi acumulează plastoglobuli care conţin pigmenţi carotenoizi şi globule osmeofile, de natură lipidică. S-a constatat, de asemenea, rarefierea citoplasmei cauzate de reducerea ritmului de reînnoire a proteinelor citoplasmatice şi de intensificarea activităţii autofage a lizozomilor şi a vacuolei.

În membranele plasmatice este iniţiat un proces de biodegradare a fosfolipidelor membranale sub acţiunea fosfolipazelor, proces ce determină creşterea permeabilităţii membranelor plasmatice.

Pe parcursul trecerii la faza de senescenţă, continuă procesul de biodegradare a membranelor plasmatice, ceea ce conduce la deteriorarea compartimentării celulare.

În plastide se observă formarea de zone electron-transparente, datorate descompunerii stromei, cât şi continuarea procesului de biodegradare a tilacoidelor şi a granelor. Cloroplastele şi cromoplastele îşi pierd forma lor caracteristică, veziculându-se.

Lizozomii şi vacuolele îşi intensifică activitatea lor autofagă, ceea ce determină rarefierea şi scăderea cantităţii de citoplasmă şi reducerea numărului organitelor celulare.

Nooden (1980) a constatat că în faza de senescenţă are loc veziculare şi dispariţia reticulului endoplasmatic, precum şi eliberarea ribozomilor asociaţi cu reticulul endoplasmatic rugos. Poliribozomii se descompun, iar ribozomii descresc ca număr, ceea ce poate avea efect important în limitarea sintezei proteinelor.

Rhodes (1980) afirmă că mitocondriile nu suferă modificări în timpul senescenţei, îşi menţin structura lor şi rămân active în primele etape ale senescenţei.

În vacuolele celulelor se observă acumularea de substanţe electron dense. Acestea pot reprezenta complexe rezultate din polimerizarea fenolilor oxidaţi, în prezenţa radicalilor liberi, complexe ce conferă culoarea brună caracteristică pentru celulele senescente.

8.3.4. Factorii care influenţează calitatea fructelor

Calitatea fructelor este influenţată atât de unii factori interni, ca: soiul, portaltoiul şi vârsta pomilor, cât şi de factori externi: agrotehnica aplicată şi condiţiile pedoclimatice.

Portaltoii nu reprezintă numai un mijloc de control al vigorii şi al productivităţii, ci şi un factor important care determină calitatea fruc-

telor. După Sharples (1973), portaltoii influenţează compoziţia minerală a fructelor, momentul de recoltare şi apariţia dereglărilor fiziologice postrecoltă. Astfel, gutuiul, folosit ca portaltoi pentru păr, asigură o creştere a mărimii fructelor comparativ cu cele obţinute de pe pomii altoiţi pe franc sau sălbatic.

Autio (1991) a urmărit calitatea merelor din soiul Golden Delicious, provenite de pe 8 portaltoi şi a constatat existenţa unor variaţii în ceea ce priveşte momentul de recoltare şi conţinutul în calciu al fructelor.

În cazul piersicului, Forlani şi Di Vaio (1992) au studiat comportarea a 9 portaltoi şi au constatat că aceştia au influenţat în mod diferenţiat precocitatea fructelor şi mărimea acestora. Maragnoni şi Rombola (1994) au constatat că portaltoiul GF 655/2 determină ca fructele de piersic, soiul Redhaven, să aibă un conţinut mai mare de potasiu.

Merele din soiul Granny Smith şi Greenspur altoite pe portaltoiul M 26 au fermitatea, conţinutul în substanţe uscate solubile şi calciu mai mare, dar culoarea este necorespunzătoare şi se maturează mai repede comparativ cu cele provenite de la aceleaşi soiuri altoite pe MM 111. Merele din soiul Granny Smith provenite de pe pomii altoiţi pe portaltoiul MM 111 au avut o culoare corespunzătoare, în timp ce Greenspur a avut fructele de o culoare verde mai puţin intensă.

Vârsta pomilor se reflectă pregnant în calitatea fructelor. Astfel, Sharples (1973) a constatat că fructele recoltate de pe pomii tineri au dimensiuni mai mari, conţin mai mult azot şi mai puţin calciu şi au o capacitate de păstrare mai scăzută.

Irigaţiile aplicate la începutul fazei de creştere şi maturare a fructelor sporesc dimensiunea acestora şi producţia care se obţine pe un pom (Mannini şi Gallina, 1992). Aplicarea irigaţiilor în perioada ce precede recoltarea determină acumularea apei în fructe, corelat cu o capacitate redusă de păstrare şi crăparea cireşelor, vişinelor etc. Fructele provenite din livezi irigate au dimensiuni mari şi un conţinut redus de calciu (Sharples, 1973).

Compoziţia chimică a solului, corelată cu dozele de îngrăşăminte aplicate, au o influenţă evidentă asupra calităţii fructelor (Bramlage, 1993) şi, în special, asupra compoziţiei minerale a acestora sau/şi asupra duratei de maturare.

Conţinutul în elemente minerale din sol influenţează acumularea acestora în fructe şi în caz de carenţă sau exces pot să determine apariţia dereglărilor fiziologice.

- Excesul de azot din sol determină creşterea dimensiunii fructelor, scăderea fermităţii, colorarea necorespunzătoare şi sporirea susceptibilităţii la apariţia unor dereglări fiziologice la mere, aşa cum este pătarea amară, brunificarea internă şi opăreala. Conţinutul fructelor în glucide este redus, aciditatea titrabilă este mărită, iar aroma este necorespunzătoare.

Fallahi şi Fellman (1996) au constatat că fertilizarea merilor Redspur Delicious altoit pe M7 cu peste 0,18 kg N/pom a determinat diminuarea conţinutului în substanţă uscată a fructelor, a intensificat procesul de respiraţie şi sinteza etilenei şi a afectat producerea 2-metil butil acetatului.

- Carenţa de calciu din sol stimulează apariţia unor dereglări fiziologice la fructe, ca: pătarea amară, brunificarea internă de supramaturare, opăreala, brunificarea internă la temperaturi coborâte, care afectează merele şi măreşte sensibilitatea fructelor la atacul patogen.
- Potasiul are o acţiune antagonistă cu calciul, în cantitate mare sporind sensibilitatea merelor la apariţia pătării amare, brunificării interne de supramaturare şi brunificării la temperaturi coborâte.
- Magneziul are o acţiune antagonistă cu calciul, stimulând apariţia dereglărilor fiziologice induse de carenţa de calciu.
- Fosforul determină în caz de carenţă creşterea sensibilităţii fructelor la apariţia brunificării interne de supramaturare şi a brunificării la temperaturi coborâte.

Sistemul de întreţinere a solului constituie, după Sharples (1973), un factor important ce are influenţă asupra calităţii fructelor. Sistemul de întreţinere a solului înierbat determină acumularea în mere a unui conţinut redus de azot şi ridicat de calciu, iar fructele au o susceptibilitate redusă la apariţia dereglărilor fiziologice. Fructele au, în general, dimensiuni mici, dar sunt mai bine colorate şi mai aromate.

Erbicidele utilizate în livezi pot determina acumularea în fructe a unui conţinut ridicat de azot şi scăzut de fosfor şi calciu, ceea ce conferă acestora o capacitate mai redusă de păstrare.

Tăierile excesive efectuate în timpul iernii stimulează creşterile vegetative din sezonul următor, în corelaţie cu acumularea redusă a calciului şi cu creşterea susceptibilităţii fructelor la apariţia dereglărilor fiziologice cauzate de acest element (Sharples, 1973).

Rezultate similare au obţinut şi Deckers şi Misotten (1993) care au constatat că tăierile care stimulează creşterile vegetative au deter-

minat sporirea valorii raportului K/Ca la soiurile de mere Frumos de Boskoop şi Gloster.

Tăierile din timpul verii au un efect opus, determinând acumularea calciului în ţesuturile fructelor, corelat cu ameliorarea calităţii acestora.

Tratamentele cu substanţe hormonale au un efect marcant asupra creşterii, maturării şi calităţii fructelor.

Etilena stimulează procesul de maturare a fructelor, în timp ce giberelinele şi citochininele determină creşterea dimensiunii fructelor şi scăderea conţinutului în calciu al acestora (Greene şi Autio, 1973). Auxina poate avea efecte opuse, inhibând procesul de maturare (Frenkel şi Dyck, 1973), sau indirect stimulând biosinteza etilenei şi maturarea fructelor (Southwick ş.a., 1973).

După Greene (1991), paclobutrazolul are un efect inhibant asupra procesului de creştere a fructelor, stimulează acumularea calciului şi reduce proporţia de fructe afectate de dereglările fiziologice.

Temperatura din perioada de creştere şi maturare a fructelor influenţează diviziunea şi creşterea celulelor, acumularea substanţelor nutritive şi capacitatea de păstrare.

Temperaturile ridicate stimulează acumularea glucidelor în fructe, scăderea conţinutului în acizi organici şi reduce capacitatea de păstrare. Proporţia de fructe afectate de brunificare la temperaturi scăzute şi opăreală moale este redusă, în schimb creşte susceptibilitatea fructelor la apariţia sticlozităţii, a brunificării interne de supramaturare şi a opărelii.

În funcţie de temperatura medie anuală se face şi zonarea soiurilor. Astfel, la măr de exemplu, soiurile de iarnă cultivate în zona de silvostepă se comportă frecvent ca soiuri de toamnă, anticipând maturarea, iar soiurile de toamnă se comportă ca soiuri de vară.

La temperaturi coborâte, fructele acumulează o cantitate mai mică de glucide, mai mare de acizi organici şi au un grad de maturitate mai puţin avansat.

La mere şi la unele soiuri de pere, acţiunea temperaturilor mai coborâte, care nu depăşesc 20–25 °C, în perioada ce precede cu 7–8 săptămâni recoltarea, favorizează realizarea unor însuşiri calitative superioare. În acelaşi timp, temperaturile mai scăzute din timpul nopţii, alternate cu temperaturi ridicate din timpul zilei, în perioada ce precede recoltarea, stimulează biosinteza antocianilor şi deci realizarea unei mai bune coloraţii a fructelor.

B.C.U. „M. EMINESCU" IAȘI BIOLOGIE

Precipitaţiile în limitele optime favorizează nutriţia corespunzătoare a plantelor şi creşterea fructelor. Excesul de apă este însă nefavorabil determinând crăparea fructelor (ex., cireşe, vişine etc.). În condiţiile unei umidităţi excesive în perioada de creştere şi maturare, se formează fructe cu o fermitate scăzută, sensibile la apariţia dereglărilor fiziologice şi cu o capacitate de păstrare redusă. Acest exces de apă este mai dăunător comparativ cu nutriţia excesivă cu azot.

Lipsa apei din sol inhibă creşterea fructelor, fermitatea lor creşte şi este stimulată sinteza antocianilor.

Lumina influenţează pozitiv desfăşurarea proceselor fiziologice şi ca urmare fructele au un conţinut mai mare de glucide şi acid ascorbic, sunt mai colorate, mai aromate şi au o stare fitosanitară mai bună (Fregoni şi Rovesi, 1968).

Fructele umbrite au o calitate mai scăzută, care se concretizează printr-o coloraţie şi un gust necorespunzător, datorat unui conţinut mai mic de antociani şi, respectiv, unei valori scăzute a raportului glucide solubile/aciditate titrabilă. Aceste fructe sunt mai sensibile la apariţia opărelii, brunificării interne şi a inimii brune.

Umiditatea relativă ridicată a aerului favorizează apariţia rugozităţii pe suprafaţa fructelor, aşa cum este cazul la merele din soiul Golden Delicious şi la perele de soiul Kaiser şi stimulează dezvoltarea microorganismelor parazite pe suprafaţa acestora.

BCU IAȘI CENTRAL

Capitolul 9
Influenţa factorilor de stres asupra proceselor fiziologice din pomii, arbuştii şi plantele ierboase fructifere

Factorii de stres reprezintă agenţi fizici, chimici şi biologici, aflaţi în afara limitelor optime, iar stresul reprezintă reacţia organismelor vegetale la acţiunea acestor factori.

Principalii factori care pot avea efecte asupra plantelor sunt:
- *factorii fizici*: umiditatea, temperatura, radiaţiile, vântul;
- *factorii chimici*: substanţele minerale, substanţele allelochimice, aerul poluat;
- *factorii biotici*: concurenţa, lipsa simbiozei, agenţii patogeni, activitatea umană.

Aceşti factori, în limitele optime, asigură desfăşurarea normală a proceselor fiziologice, valoarea stresului fiind zero. În afara limitelor optime, aceşti factori devin stresanţi. La valori apropiate de cele optime, acţiunea acestor factori modifică intensitatea proceselor fiziologice, dar nu se produc simptome vizibile. Pe măsură ce valorile lor se îndepărtează de valorile optime, apar simptome vizibile de alterare care se manifestă prin ofilire, pătare, necrozare etc. Efectele factorilor de stres sunt cu atât mai evidente, cu cât intensitatea şi durata de acţiune a acestora este mai mare sau când se acumulează acţiunea mai multor factori.

Rezistenţa la acţiunea factorilor de stres reprezintă un caracter genetic care se transmite urmaşilor. Acest caracter variază în funcţie de organ şi specie. În general, seminţele, mugurii şi organele în repaus vegetativ sunt mai rezistente comparativ cu ţesuturile meristematice.

În ceea ce priveşte speciile pomicole, acestea pot fi grupate în specii sensibile şi tolerante la acţiunea factorilor de stres. Speciile sensibile se caracterizează printr-o rezistenţă scăzută la acţiunea factorilor de stres, care produc dereglări ale proceselor fiziologice şi apariţia unor simptome caracteristice. Se poate aprecia că mai mult de 50 % din deprecierile care se produc la plante sunt cauzate de acţiunea factorilor de stres.

Pe parcursul procesului de evoluţie, plantele s-au adaptat la condiţiile de mediu, iar selecţia naturală a permis supravieţuirea numai a indivizilor care s-au adaptat la condiţiile respective. Plantele au devenit astfel tolerante la stres, având capacitatea de a supravieţui în condiţii nefavorabile de mediu.

9.1. Stresul hidric

Stresul hidric poate fi cauzat atât de lipsa apei din sol, cât şi de excesul acesteia.

Seceta atmosferică şi pedologică determină dereglarea unor procese fiziologice şi biochimice din pomii, arbuştii şi plantele ierboase fructifere, ceea ce poate avea repercusiuni importante asupra ultrastructurii şi a proceselor fiziologice din celule, a căror amplitudine variază în funcţie de nivelul stresului şi de specie, conducând la apariţia unor simptome caracteristice.

Deficitul hidric din sol poate avea repercusiuni importante asupra ultrastructurii şi a proceselor fiziologice din celule, a căror amplitudine variază în funcţie de nivelul stresului şi de specie.

Mistric ş.a. (1992) menţionează că stresul hidric determină apariţia unor modificări ultrastructurale care constau în condensarea cromatinei nucleare, alungirea elementelor reticulului endoplasmatic şi dispunerea lor paralelă, dezintegrarea poliribozomilor, reducerea numărului cristelor mitocondriale şi acumularea de globule osmeofile, iar stresul hidric puternic determină dezintegrarea membranelor plasmatice.

Deteriorarea membranelor plasmatice în condiţii de stres hidric are ca efect pierderea din celule a unor compuşi solubili, se reduce intensitatea fosforilărilor oxidative (Barlow, 1982) şi încorporarea aminoacizilor în proteine (Dinsha şi Bewley, 1976).

Conductibilitatea hidrică a stomatelor se modifică în corelaţie cu umiditatea solului. În cazul piersicului cultivat în sol cu 60 şi 30 % apă accesibilă în sol, conductibilitatea stomatelor a scăzut de 1,60

ori, respectiv de 2,50 ori, comparativ cu varianta la care umiditatea accesibilă a fost de 90 % (Dettori, 1985).

Laukes (1985) a constatat că stresul hidric afectează în mod diferit frunzele şi fructele de măr, soiul Golden Delicious, altoit pe M9 în funcţie de sezon şi de faza de dezvoltare. În fenofazele timpurii sunt afectate transpiraţia şi fotosinteza, eficienţa utilizării apei creşte, iar senescenţa şi căderea fructelor sunt stimulate. În fenofazele târzii se constată existenţa unei toleranţe la potenţialul hidric scăzut al solului şi eficienţa utilizării apei scade.

Închiderea stomatelor este un indicator important al răspunsului plantelor la stres (Hsiao, 1973). Acest răspuns poate fi pus în evidenţă şi prin determinarea conductibilităţii hidrice a stomatelor, rezistenţei stomatelor sau a potenţialului hidric foliar.

Valoarea potenţialului hidric foliar la care are loc închiderea stomatelor este considerată ca "valoare prag", care variază în funcţie de specie între –12 şi –16 bari (Lakso, 1979). Cercetările efectuate de Warrit şi Thrope (1977) la măr, soiul Golden Delicious, au evidenţiat existenţa unor valori ale potenţialului hidric foliar cuprinse între –18 şi –22 bari şi în cazul unor frunze izolate s-a determinat un potenţial de –29 bari.

Lakso (1979) a constatat că în perioada mai–septembrie, potenţialul hidric care determină închiderea stomatelor scade până la aproximativ –25 bari, indicând creşterea rezistenţei stomatelor la stresul hidric. Hsiao (1973) consideră că acumularea de substanţă uscată solubilă în celulele frunzelor reduce potenţialul hidric foliar, frunzele devin mai rezistente la scăderea turgescenţei şi la închiderea stomatelor.

Legătura dintre apa accesibilă din sol şi potenţialul hidric foliar a fost dovedită de Dettori (1985). Cultivând piersic în sol cu (90, 60 şi 30 %) apă accesibilă, a constatat că potenţialul hidric foliar scade la –0,9, –1,1 şi, respectiv, la –2,3 MPa.

Stresul hidric determină închiderea stomatelor nu numai ca urmare a scăderii turgescenţei acestora, ci şi prin biosinteza acidului abscisic în rădăcini, care induce închiderea hidroactivă a stomatelor (Snaith şi Monsfield, 1982).

Rezistenţa pomilor fructiferi la stresul hidric este determinată şi de mărimea sistemului radicular, respectiv de volumul de sol din care se extrage apa. Existenţa unui sistem radicular bine ramificat asigură timpul necesar ca plantele să se adapteze la condiţiile de stres. Mărimea sistemului radicular este dependentă de numeroşi factori, aşa

cum sunt: tipul portaltoiului, fertilitatea solului etc. Astfel, portaltoii franc de măr sunt mult mai rezistenţi la secetă decât portaltoii vegetativi.

Lakso (1985) menţionează că răspunsul pomilor la stresul hidric este mai redus comparativ cu cel al plantelor anuale şi variază în funcţie de specie, organul şi fenofaza de producere a acestuia. Stresul hidric determină reducerea evidentă a intensităţii procesului de transpiraţie şi de fotosinteză, precum şi acumularea substanţei uscate solubile. Efectul stresului hidric asupra acestor procese se datoreşte influenţei pe care o are asupra conductibilităţii stomatelor şi a mezofilului foliar, care scade mult în condiţii de stres.

Dettori (1985) a constatat că reducerea cantităţii de apă accesibilă din sol de la 90 la 60 şi 30 % a determinat scăderea intensităţii procesului de transpiraţie de la 16,5 la 12,3 şi, respectiv, 4,1 g $H_2O/m^2/h$.

Intensitatea procesului de fotosinteză este influenţată de stresul hidric atât în mod direct, prin conţinutul în apă din celule, cât şi indirect, prin gradul de deschidere al stomatelor şi prin creşterea rezistenţei stomatelor şi a mezofilului foliar la transportul dioxidului de carbon.

Lakso (1979) a găsit o corelaţie liniară între conductibilitatea stomatelor şi fotosinteza netă a frunzelor pomilor fructiferi cultivaţi în condiţii diferite de stres hidric. Fotosinteza netă a frunzelor de măr scade ca intensitate numai dacă potenţialul hidric foliar se reduce la aproximativ –30 bari. Rezultate similare au obţinut Kriedemann şi Canterford (1971). Din cercetările efectuate de Lakso (1979) a rezultat că, în condiţii de stres, intensitatea procesului de fotosinteză este limitată de scăderea conductibilităţii stomatelor, iar hidratarea stomatelor are loc înainte ca mecanismul fotosintetic să fie afectat.

Intensitatea procesului de respiraţie prezintă o uşoară creştere în condiţiile unui stres hidric mediu şi o descreştere în cazul unui stres sever.

Intensitatea fotorespiraţiei scade (Jones şi Fangul, 1983), iar absorbţia substanţelor minerale se reduce corelat cu diminuarea procesului de transport prin rădăcină.

Creşterea pomilor, arbuştilor şi a plantelor ierboase fructifere este influenţată semnificativ de regimul hidric al solului chiar şi în condiţiile unui stres hidric moderat.

Lakso ş.a. (1982) au constatat că stresul hidric moderat inhibă creşterea ţesuturilor imature, dar nu afectează intensitatea procesului de fotosinteză a frunzelor mature. Alternarea perioadelor de se-

cetă cu perioade umede, pe parcursul creşterii lăstarilor, determină creşterea acestora sub formă de valuri al căror număr poate varia între 2 şi 4 la cais şi 1 şi 2 la prun.

Lipsa apei din sol afectează şi formarea micorizelor pe rădăcinile plantelor pomicole, durata de viaţă a perilor absorbanţi, activitatea unor enzime ca: nitratreductaza, fenilalaninamoniu liaza, cât şi procesele de sinteză a proteinelor şi de transport al substanţelor prin rădăcină.

Perioadele de stres hidric moderat din timpul inducţiei florale şi al diferenţierii mugurilor de rod sunt favorabile acestui proces şi în practică se tinde chiar spre provocarea acestui proces la speciile şi soiurile care diferenţiază mai puţini muguri de rod. Mecanismul care stă la baza acestui proces nu este precizat. Se apreciază însă că în aceste condiţii sunt inhibate creşterile vegetative, fapt ce favorizează aprovizionarea mai bună cu asimilate a mugurilor.

Cele mai mari efecte negative ale secetei se manifestă când stresul hidric are loc în perioada de înflorit şi de creştere a fructelor. Efectul vizibil al stresului hidric îl reprezintă pierderea turgescenţei celulelor, respectiv ofilirea frunzelor. Frunzele bazale ale pomilor se usucă, iar celelalte prezintă necroze marginale, ovarele avortează, iar fructele cad. În cazul piersicului, deficitul hidric din sol determină ca fructele să rămână turtite lateral, cu dimensiuni mici, cu o pubescenţă grosieră, iar calitatea acestora este necorespunzătoare.

Adaptarea pomilor şi arbuştilor fructiferi la condiţiile de secetă se realizează pe mai multe căi:

- Plantele se opun activ deshidratării printr-un proces de adaptare osmotică. Aceasta constă în acumularea în celule a unor substanţe cu greutatea moleculară mică: glucide solubile, aminoacizi sau ioni. Acestea rezultă din biodegradarea compuşilor macromoleculari sau în urma unei sinteze "de novo". În condiţiile date s-a constatat şi creşterea conţinutului de prolină cu până la 40 % (Palfi, 1973).
- Stresul hidric determină biosinteza în rădăcini a acidului abscisic, care este transportat cu rapiditate în frunze, determinând închiderea hidroactivă a stomatelor şi reducerea pierderilor de apă din plantă.
- Stresul hidric induce şi biosinteza etilenei, hormon ce are rolul de stimulare a senescenţei şi a procesului de abscisie a frunzelor, ceea ce contribuie la reducerea suprafeţei foliare prin care se desfăşoară procesul de transpiraţie.

– Soiurile rezistente la secetă au un sistem radicular care pătrunde în sol la adâncimi mari, de unde pot absorbi apa necesară.

Efectul stresului hidric este redus în cazul în care ritmul de instalare este redus, iar durata de acţiune este mai scurtă.

Excesul de umiditate din sol generează condiţii de anaerobioză, care afectează în mod nefavorabil metabolismul rădăcinilor. În aceste condiţii s-a constatat biosinteza unor noi proteine, care se consideră că reprezintă enzimele implicate în biodegradarea anaerobă a glucidelor, pe cale alcoolică. Substanţele rezultate din acest proces sunt aldehida acetică şi alcoolul etilic, compuşi care la un anumit nivel devin toxici pentru celule.

Biodegradarea anaerobă furnizează o cantitate redusă de energie biochimică, necesară pentru metabolismul celular, ceea ce permite supravieţuirea în aceste condiţii o perioadă scurtă de timp.

În condiţii de exces de umiditate sau aeraţie necorespunzătoare a solului s-a constatat că o parte din oxigenul necesar rădăcinii provine din atmosferă, fiind transportat prin spaţiile intercelulare ale tulpinii.

Olien (1987) a determinat viteza de difuziune a oxigenului în solurile neirigate (0,40–0,48 $\mu g/cm^2/min.$) şi în solurile irigate (0,09–0,16 $\mu g/cm^2/min.$) şi a constatat că funcţiile fiziologice ale rădăcinii sunt limitate la o viteză de difuziune a oxigenului mai mică de 0,2 $\mu g/cm^2/min$.

Excesul de umiditate reduce rezistenţa stomatelor la transportul gazelor. Răspunsul plantelor la aceste condiţii variază în funcţie de portaltoi, specie şi temperatura solului. În cadrul speciei, rezistenţa la excesul de umiditate este în funcţie de portaltoi. Dintre plantele sâmburoase, corcoduşul este mai rezistent la excesul de apă comparativ cu portaltoii franc, iar la sămânţoase s-au dovedit a fi mai rezistente gutuiul pentru păr şi M7 şi M5 pentru măr.

Caişii, piersicii şi vişinii sunt mai sensibili la excesul de apă din sol comparativ cu prunul, mărul sau părul, iar temperaturile ridicate scurtează perioada de apariţie a simptomelor de stres. Astfel, caişii şi piersicii expuşi la excesul de umiditate au prezentat simptome de ofilire după 6 zile la temperatura de 27 °C, 10 zile la 22 °C şi 16 zile la 17 °C (Rowe şi Catalin, 1971). S-a constatat, de asemenea, că în condiţii de anaerobioză în sol, piersicii şi caişii produc o cantitate mai mare de glicozide cianogenetice, iar biosinteza acestor substanţe se intensifică o dată cu creşterea temperaturii şi a duratei de expunere (Rowe şi Catalin, 1971). Glicozidele sunt considerate ca indicatori ai procesului de lezare a celulelor.

În condiţiile unui exces de umiditate în sol, respiraţia este inhibată şi se trece la ciclul respirator alternativ (cianidin intensiv), în care nu se produce energie biochimică.

Anaerobioza stimulează şi biosinteza acidului 1-ciclopropan-1-carboxilic, care este convertit rapid în etilenă, al cărui efect se manifestă în stimularea procesului de maturare şi de cădere a frunzelor. În aceste condiţii culoarea frunzelor virează spre galben.

O perioadă secetoasă urmată de una ploioasă determină crăparea fructelor în pârgă sau mature, la cireş, vişin şi uneori la piersic şi prun. În aceste condiţii seceta afectează mai puţin ţesuturile profunde ale fructelor, care în perioada umedă îşi reiau creşterea. Ţesuturile externe, care au fost mai grav afectate, întârzie iniţierea procesului de creştere, ceea ce conduce la generarea unei presiuni interne, ce determină formarea de crăpături.

9.2. Stresul termic

Efectele negative ale temperaturii se manifestă la temperaturi ridicate (peste 40 °C), la temperaturi mai mici decât limita de îngheţ, cât şi la temperaturi pozitive care variază în funcţie de specie între 0 şi 12 °C şi care au fost denumite *temperaturi critice*.

Rezistenţa plantelor la stresul termic este controlată genetic şi este influenţată de factorii ambianţi care stimulează sau inhibă procesul de aclimatizare.

Temperatura de îngheţ determină formarea de cristale de gheaţă intra- sau extracelular, modificând metabolismul plantelor expuse la aceste temperaturi.

Apa din vacuolele celulelor, datorită conţinutului ridicat de substanţe osmotic active, îngheaţă la temperaturi situate sub –0,5 °C. Temperatura de îngheţ variază, în general, cu organul şi gradul de maturitate, care sunt corelate cu conţinutul în apă al acestora.

Determinările efectuate de Ramina şi Tonutti (1989) au stabilit că ţesuturile din tulpina de măr pot rezista la temperaturi cuprinse între –14° şi –40 °C, în funcţie de gradul lor de maturitate.

Mecanismele prin care ţesuturile plantelor pot rezista la temperaturi joase coborâte nu sunt încă bine cunoscute. Speciile lemnoase, cum este plopul, care rezistă la temperaturi coborâte, au capacitatea de a permite trecerea apei din celule în spaţiile intercelulare şi în apoplast, ceea ce favorizează formarea gheţii extracelulare. Aceasta împiedică deteriorarea ultrastructurii celulelor şi favorizează creşte-

rea rezistenţei la îngheţ. Se presupune că în cazul speciilor care nu rezistă la îngheţ, scăderea temperaturii determină reducerea permeabilităţii membranelor plasmatice, fapt ce împiedică transportul apei spre apoplast.

Potenţialul osmotic coborât din celulele pomilor şi arbuştilor fructiferi asigură rezistenţă sporită la acţiunea temperaturilor scăzute. Yang şi Glenn (1994) au studiat modificarea potenţialului osmotic din mugurii floriferi de măr şi piersic. Rezultatele au evidenţiat că mugurii vegetativi de măr au un potenţial osmotic negativ mai mare comparativ cu cei floriferi, în timp ce la piersic situaţia este inversă, mugurii floriferi având cel mai mic potenţial osmotic şi cea mai mare sensibilitate la temperaturile coborâte. Determinările efectuate în dinamică au evidenţiat că atât mugurii vegetativi, cât şi cei floriferi au valoarea maximă a potenţialului osmotic în luna februarie (–1,9 .. –2,8 MPa), valorile acestui indicator scad la sfârşitul lunii martie la –1,2 ... –1,4 MPa şi cresc din nou la sfârşitul lunii aprilie la –1,8 ... –2,8 MPa.

Rezistenţa la îngheţ se modifică pe parcursul perioadei de vegetaţie şi anume, aceasta este scăzută primăvara la intrarea în vegetaţie şi creşte toamna, când are loc procesul de aclimatizare.

Factorii mediului, în special fotoperioada scurtă, şi temperatura scăzută stimulează procesul de aclimatizare (Kandler şi Hopt, 1980), determinând formarea în frunze a unui promotor ipotetic, care este transportat în toate ţesuturile, declanşând procesul de aclimatizare (Ramina şi Tonutti, 1989).

Pe parcursul perioadei de aclimatizare a pomilor şi arbuştilor fructiferi la temperaturi coborâte au fost puse în evidenţă următoarele modificări biochimice:

- În prima etapă a acestui proces, în ţesuturile plantelor lemnoase are loc un proces lent de acumulare a amidonului, precum şi a unor glucide solubile: glucoză, fructoză, zaharoză, maltoză, xiloză şi mioinozitol (Weiser, 1970). O dată cu scăderea excesivă a temperaturii are loc hidroliza rapidă a amidonului, concentrarea sucului celular ca urmare a acumulării glucidelor reducătoare rezultate şi creşterea rezistenţei ţesuturilor la îngheţ. Sakai şi Yoshida (1968) au constatat modificări similare şi în cazul speciilor lemnoase spontane (*Fig. 9.1.*).
- Modificarea compoziţiei în aminoacizi a substanţelor proteice este menţionată de Petterson ş.a. (1981), ca o altă modificare biochimică care are loc în timpul procesului de aclimatizare. Rezistenţa

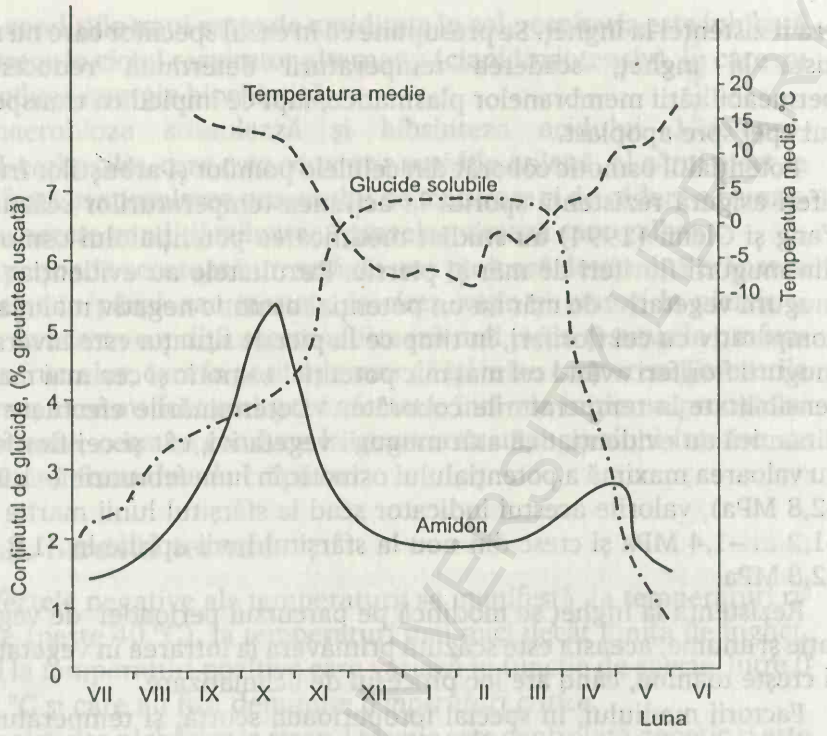


Fig. 9.1. Dinamica conținutului în glucide și amidon din tulpina de *Robinia pseudacacia* (Sakai și Yoshida, 1963)

la temperaturi coborâte se pare că este asociată cu capacitatea de menținere a unui conținut redus de alanină al proteinelor și de creștere a conținutului în prolină din frunzele de citrice. De asemenea, s-a constatat că are loc și biosinteza unor proteine specifice (Levitt, 1985). Arora și Wisniewski (1996) au constatat că în timpul perioadei de aclimatizare la frig, în vasele lemnoase ale piersicilor se acumulează o proteină cu greutatea moleculară de 60 kDa, care a fost denumită *dehidrină*. Aceasta este o proteină hidrofilă, bogată în glicină care se sintetizează și în condiții de stres hidric.

– În pereții celulari s-a constatat creșterea depunerilor de caloză, eliberarea poliglucidelor neutre cu greutate moleculară mică și scăderea conținutului în poliglucide pectice (Wallner ș.a., 1986; Purvis și Yelenosky, 1982).
– Permeabilitatea plasmalemei se pare că se mărește, favorizând deshidratarea celulei, concomitent cu sporirea rezistenței la îngheț a conținutului celular (Wisniewski și Ashworth, 1986). Steponkus

(1984) a constatat că la speciile rezistente la îngheţ, scăderea temperaturii determină reducerea conţinutului în steroli al membranelor plasmatice şi creşterea conţinutului în fosfolipide şi steroli liberi. Acumularea acizilor graşi nesaturaţi: acidul linolenic şi acidul palmitic determină creşterea fluidităţii şi a stabilităţii structurii membranelor. În felul acesta se realizează condiţii optime pentru desfăşurarea activităţii enzimatice şi creşterea permeabilităţii pentru apă.

- În perioada de aclimatizare are loc creşterea conţinutului în acid abscisic al celulelor şi ţesuturilor, ceea ce determină intrarea în repausul vegetativ. Repausul vegetativ şi rezistenţa la temperaturi coborâte sunt două procese fiziologice care se desfăşoară în paralel, primul fiind controlat mai ales de fotoperioadele scurte, iar al doilea de temperaturile coborâte. Un mugur aflat în repaus endogen nu este sensibil la acţiunea de deaclimatizare a temperaturilor ridicate (Prebsting, 1970).
- Aclimatizarea este însoţită şi de modificări ultrastructurale: plasmalema prezintă evaginaţii şi este asociată cu corpii paramurali (Wisniewski şi Ashworth, 1986), iar ca urmare a deshidratării celulelor, se produce plasmoliza de iarnă.

Temperatura de îngheţ a pomilor fructiferi variază, după Larcher (1991), în funcţie de specie, ţesut şi fenofază (*Fig. 9.2.*), între –3 şi –30 °C.

Rezistenţa la temperaturi coborâte a ţesuturilor din pomii şi arbuştii fructiferi scade în următoarea ordine: ţesutul lemnos şi cortical al trunchiului, mugurii florali, zona coletului, măduva, cambiul, apexurile vegetative, rădăcinile şi fructele.

Gucci şi Flore (1989) au constatat că îngheţul determină brunificarea primordiilor florale din mugurii de piersic şi a ţesuturilor parenchimatice din jurul fasciculelor vasculare, cât şi brunificarea şi necroza celulelor cambiului, epidermei şi razelor parenchimatice ale xilemului din tulpini. Brunificarea ţesuturilor este determinată de perforarea membranelor plasmatice de către aciculele de gheaţă, ceea ce favorizează contactul dintre enzimele fenolice din citoplasmă şi fenolii acumulaţi în vacuole, oxidarea acestora în prezenţa enzimelor specifice (tirozinaze, lacaze, peroxidaze, catalază etc.).

După Baldini (1971), temperatura de îngheţ în faza de buton floral variază între – 1,1 °C la prun şi – 5,6 °C la cireş. În faza de înflorire, temperatura de îngheţ creşte la – 0,8 °C la prun şi – 2,2 °C la cireş, iar în faza de legare ajunge la – 0,4 şi, respectiv, – 1,7 °C.

Temperaturile coborâte de la sfârşitul verii şi, mai ales, cele din perioada ce precede înflorirea sunt cele mai dăunătoare. Aceste temperaturi împiedică macro şi microsporogeneza, prejudiciind formarea polenului şi, în final, formarea fructelor.

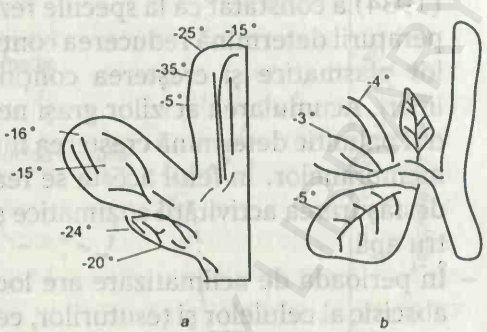


Fig. 9.2. Rezistenţa la ger a mugurilor de migdal (*a*) în timpul iernii şi a mugurilor de măr (*b*), primăvara (Larcher, 1991)

Rezistenţa la îngheţ variază şi în funcţie de specie şi soi. Baldoni ş.a. (1992) au constatat că dintre speciile pomicole, caisul este mai puţin rezistent la frig (–16 °C), piersicul şi părul au o rezistenţă medie (–18 °C), iar prunul, mărul şi cireşul sunt rezistenţi la frig (–20 °C). În perioada de repaus vegetativ endogen (endodormanţă), mugurii pomilor la care s-a aplicat tehnologia optimă de cultură, pot rezista la temperaturi de până la –17... –18 °C în cazul prunului, –22...–24 °C în cazul caisului şi –28... –30 °C în cazul părului şi mărului.

În condiţiile iernilor cu temperaturi mai ridicate, gerurile care au loc la sfârşitul acestei perioade determină pagube importante la temperaturi mai puţin scăzute.

Caracteristicile de soi pot avea o influenţă deosebită în asigurarea unei rezistenţe sporite la îngheţ. Astfel, soiurile de pomi fructiferi au fost clasificate în funcţie de rezistenţa la îngheţ:

- *Soiuri foarte rezistente:*
- Păr: Josefina de Malines, Passa Crassana, Decana de iarnă, Untoasa Clirgeau, Abatele Fetel.
- Măr: Clar alb, Astrahan Roşu, James Grieve.
- Prun: Anna Spath.
- Vişin: Mari timpuri, Crişana, Josika Gabor.
- *Soiuri cu rezistenţă medie:*
- Păr: Untoasa Hardy, Cure, Williams, Contesa de Paris, Untoasa d'Anjou, Buna Luiza d'Avranches, Conferance, Dr. J. Guyot.
- Măr: Jonathan, Melba, Wagener premiat.
- Prun: Peche, Agen, Tuleu gras.
- Cireş: Ramon Oliva, Germersdorf, Hedelfinger.
- Vişin: Mocăneşti, Spaniole.

• *Soiuri sensibile:*
– Păr: Decana comisiei, Kaiser, favorita Clapp, Untoasa Bosc, Olivier de Serres.
– Măr: London Pepping, Parmen auriu.
– Prun: De Bistriţa, Renclod Althan, Vinete de Italia, Gras românesc.
– Cireş: Timpurii de mai, Pietroasă Napoleon, Pietroasă Donisen.

Rezistenţa la îngheţ a plantelor pomicole şi a arbuştilor fructiferi este influenţată şi de unele măsuri agrotehnice. Astfel, densitatea mare a plantelor favorizează umbrirea acestora şi diminuarea cantităţii de radiaţii fotosintetic active recepţionate de frunze. Ca urmare, se produce o cantitate mai mică de fotosintetizante, corelată cu rezistenţa mai mică la îngheţ.

Defolierea precoce stimulează creşterea mugurilor vegetativi, proces în care se consumă o parte din substanţele de rezervă, ceea ce conduce la scăderea rezistenţei la îngheţ a ţesuturilor. Defolierea tardivă (august–septembrie) se pare că nu are efect asupra rezistenţei la îngheţ a ţesuturilor sau are un efect redus (Gucci şi Flore, 1989).

Rărirea chimică a piersicilor determină, după Edgerton şi Hoffman (1952), creşterea rezistenţei mugurilor la îngheţ.

Irigaţiile excesive efectuate după recoltarea fructelor stimulează creşterile vegetative, dar pot să favorizeze acumularea apei în ţesuturi, ceea ce reduce rezistenţa la îngheţ a acestora.

Fertilizările abundente cu azot stimulează creşterile vegetative, întârzie maturarea lemnului şi măresc riscul de îngheţ al plantelor.

Temperaturile de îngheţ ale fructelor (*Tabelul 9.1.*) variază în funcţie de conţinutul lor în apă între –0,8 °C (zmeură) şi –6,9 °C (nuci). În cazul aceleiaşi specii şi soi, temperatura de îngheţ se corelează cu conţinutul în substanţă uscată solubilă. Astfel, piersicile de soiul Flacăra, cu 9,9 % substanţă uscată solubilă, au avut temperatura de îngheţ de – 1,4 °C. Pe măsură ce substanţa uscată solubilă a crescut la 10,6 % şi apoi la 14,6 %, temperatura de îngheţ a scăzut la – 1,6 °C, respectiv – 2,6 °C (Burzo şi Gherghi, 1977). Această corelaţie nu există în cazul speciilor diferite. Astfel, cireşele şi prunele cu acelaşi conţinut de substanţă uscată solubilă (14,0 %) au avut temperatura de îngheţ diferită: – 2,1 °C şi, respectiv, – 1,6 °C.

Expunerea de scurtă durată a fructelor la temperaturi de îngheţ nu are urmări datorită conductibilităţii termice scăzute a ţesuturilor. Expunerea mai îndelungată determină îngheţul vaporilor de apă din spaţiile intercelulare şi producerea îngheţului extracelular. Cristalele de gheaţă formate în aceste spaţii constituie suprafeţe de condensare,

Tabelul 9.1. Temperaturile de îngheţ ale unor specii de fructe

Specia	Temperatura, °C	Specia	Temperatura, °C
Cireşe	–2,1 ... –3,1	Piersici	–1,4 ... –2,4
Căpşune	–1,0 ... –1,2	Portocale	–2,0 ... –2,4
Mere	–2,6 ... –3,0	Prune	–1,6 ... –4,0
Mure	–1,0 ... –1,2	Struguri	–2,6 ... –4,6
Nuci	–6,8 ... –6,9	Vişine	–2,2 ... –3,4
Pere	–2,1 ... –2,8	Zmeură	–0,8 ...–1,4

care generează un flux de apă din celule spre exterior. Ca urmare, are loc concentrarea sucului celular, ceea ce determină scăderea temperaturii de îngheţ a celulelor. Datorită acestui fapt îngheţul extracelular este reversibil, deoarece nu afectează celulele, iar după dezgheţ apa pătrunde în celule rehidratându-le.

Cu toate că aspectul fructelor afectate de îngheţul extracelular este normal, acestea au intensitatea procesului de respiraţie şi activitatea enzimatică mărită, ceea ce conduce la deprecierea lor rapidă.

Temperaturile situate mult sub limita de îngheţ favorizează formarea cristalelor de gheaţă la interiorul celulelor. Aceasta determină deteriorarea ultrastructurii citoplasmei şi a organitelor celulare şi perforarea membranelor plasmatice. După dezgheţ, apa se pierde prin perforaţiile membranelor plasmatice, astfel încât acest proces nu mai poate fi reversibil, finalizându-se prin moartea celulelor.

De cele mai multe ori, când temperatura scade treptat la valori foarte coborâte, are loc mai întâi îngheţul extracelular şi apoi intracelular.

În condiţiile unei umidităţi atmosferice ridicate, fructele cu îngheţ intracelular sunt uşor invadate de diverşi agenţi patogeni, în timp ce în condiţii de umiditate scăzută fructele se deshidratează rapid.

Sensibilitatea la îngheţ variază şi în funcţie de natura ţesutului. Astfel, ţesutul conducător îngheaţă mai repede şi se brunifică, faţă de ţesutul parenchimatic din jur, care nu îşi modifică culoarea.

Temperaturile critice sunt situate sub limitele optime, dar deasupra temperaturilor de îngheţ. Aceste temperaturi au efecte stresante asupra plantelor originare din zonele calde şi asupra fructelor acestora.

Temperaturile critice determină modificări structurale în proteinele şi lipidele membranale. Lipidele trec de la faza de lichid cristalin

la structură de gel solid (Lyons şi Raison, 1970). Tranziţia de fază are loc şi la plantele adaptate la frig, dar se produce la o temperatură mai coborâtă. Diferenţele dintre aceste două grupe de plante sunt date de conţinutul în acizi graşi nesaturaţi din membranele plasmatice, conţinut care este mai mare la plantele rezistente, precum şi de compoziţia grupului polar şi al sterolilor.

Plantele provenite din zonele calde sintetizează lipide cu un conţinut mai mare de acizi graşi saturaţi, ceea ce favorizează apariţia tranziţiei de fază la temperaturi mai ridicate comparativ cu plantele originare din zonele temperate, rezistente la frig. S-a constatat, de asemenea, că la temperaturi critice, membranele celulare formează evaginaţii. În cazul plantelor sensibile la temperaturi coborâte, evaginaţiile se strangulează formând vezicule, iar după revenirea la temperaturi normale, suprafaţa membranelor plasmatice rămâne mai mică, ceea ce determină formarea de rupturi, care constituie cauza formării necrozelor (Come, 1989).

Temperaturile critice determină numeroase modificări fiziologice la plantele sensibile: reduc ritmul de transport al substanţelor prin membrane datorită modificărilor de fază ale lipidelor, cât şi prin floem, datorită astupării plăcilor ciuruite. S-a constatat, de asemenea, diminuarea activităţii unor enzime ale ciclului Krebs, sunt afectate reacţiile Hill, activitatea fotosistemului II, fotofosforilarea şi activitatea enzimelor ciclului Calvin. În aceste condiţii se blochează încorporarea aminoacizilor în proteine, corelat cu reducerea ritmului de creştere. Minorsky (1985) a constatat că temperaturile critice determină creşterea influxului de calciu care inhibă curenţii citoplasmatici, stimulând activitatea lipazelor, producerea de radicali liberi şi pierderea integrităţii membranelor.

Scăderea permeabilităţii membranelor mitocondriale reduce ritmul de transport al acidului piruvic în acest organit celular, corelat cu diminuarea reacţiilor din ciclul Krebs şi a sintezei de ATP. Lipsa ATP-ului stimulează ciclul glicolitic şi producerea de acid piruvic, care se biodegradează în citoplasmă, pe cale anaerobă, cu producerea de aldehidă acetică şi alcool etilic. Aceste produse sunt toxice pentru celule şi acumularea peste valoarea de prag specifică pentru fiecare în parte determină moartea celulelor.

Adaptarea plantelor originare din zonele calde la temperaturile critice este dificilă şi necesită intervenţii genetice, care să conducă la modificarea metabolismului lipidelor prin acumularea acizilor graşi polinesaturaţi.

Temperaturile ridicate au un efect stresant asupra plantelor determinând deshidratarea acestora, apariţia de pete necrotice pe frunze şi arsuri pe fructe. Aceste temperaturi stimulează procesul de respiraţie şi transpiraţie, reduc fotosinteza şi alterează proteinele structurale şi enzimatice.

Principala cauză a leziunilor care se produc la temperaturi ridicate o constituie denaturarea proteinelor. Temperaturile care depăşesc 40 °C au numeroase efecte fiziologice care se concretizează în modificarea mitozei, diminuarea vitezei curenţilor citoplasmatici, creşterea viscozităţii citoplasmei, alterarea semipermeabilităţii membranelor plasmatice, este afectat transportul electronilor prin fotosistemul II, procesul de fosforilare oxidativă şi fotosintetică. Se produc, de asemenea, modificări ale conţinutului în proteine, pigmenţi clorofilieni, acizi nucleici etc.

Temperaturile la care 50 % din plante prezintă simptome caracteristice se consideră că au efect stresant. Simptomele de care se ţine seama sunt diferite, aşa cum este, de exemplu, plasmolizarea celulelor, modificarea curenţilor citoplasmatici, a intensităţii procesului de fotosinteză etc.

Temperaturile maxime suportate de plante variază în următoarele limite:

50 – 61 °C pentru plantele tropicale şi subtropicale cu tip fotosintetic C_4;

49 – 55 °C pentru plantele originare din zonele aride;

43 – 48 °C pentru plantele mediteraneene sempervirescente;

41 – 43 °C pentru pomii şi arbuştii fructiferi din zonele temperate.

La speciile capabile de aclimatizare la temperaturi ridicate s-a observat o creştere a termostabilităţii membranelor tilacoide. Acestea acumulează o cantitate mai mare de fosfolipide ce conţin acizi graşi nesaturaţi. Thompson (1979) presupune că enzimele care catalizează reacţiile de biodegradare a acizilor graşi sunt asociate cu membranele şi activitatea lor poate fi modificată de proprietăţile fizice ale membranelor.

Temperaturile ridicate combinate cu insolaţia provoacă arsuri (*sun scald*), iar în combinaţie cu seceta, determină apariţia sticlozităţii (*water core*), la mere.

Arsurile provocate de soare se manifestă la fructele situate în vârful coroanei pomilor, expuse direct la acţiunea radiaţiilor solare (Hall şi Scott, 1977).

Suprafaţa fructelor pe care razele solare cad perpendicular realizează temperaturi ridicate, care afectează substanţele proteice. Ca urmare, în celulele epidermice şi hipodermice au loc reacţii de biodegradare, iar primul simptom evident constă în decolorarea ţesuturilor, ca urmare a biodegradării pigmenţilor antocianici. Într-o fază mai avansată de deteriorare a ultrastructurii are loc brunificarea celulelor afectate, iar în final celulele pierd apa şi se deshidratează.

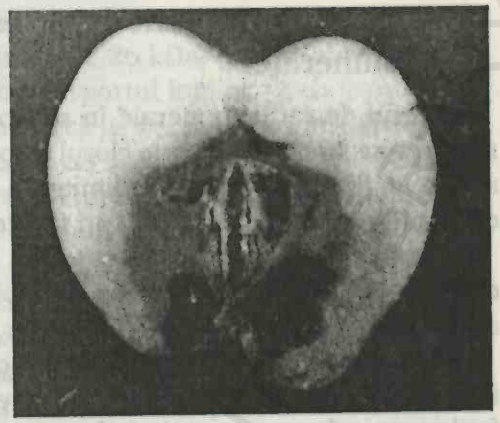


Fig. 9.3. Sticlozitatea şi brunificarea internă la mere

Sticlozitatea (*water core*) se manifestă în anii cu veri foarte călduroase şi secetoase. Simptomele se manifestă la merele nerecoltate, prin apariţia unei zone sticloase în jurul casei seminale (*Fig. 9.3.*). Spaţiile intercelulare din ţesuturile afectate sunt pline cu un lichid bogat în sorbitol (Faust ş.a., 1969).

Ulrich (1948) este de părerea că temperaturile ridicate grăbesc hidroliza amidonului, acumularea glucidelor reducătoare şi creşterea presiunii osmotice, care determină absorbţia din frunze a apei bogată în sorbitol. Faust (1989) a constatat că în ţesuturile afectate nu mai are loc transformarea sorbitolului în fructoză, cu toate că activitatea sorbitol dehidrogenazei nu este afectată.

Nardin ş.a. (1982) au precizat că apariţia acestei dereglări fiziologice este corelată şi cu nutriţia minerală, fiind inhibată de prezenţa calciului şi stimulată de excesul de potasiu.

Sticlozitatea generează în ţesuturile afectate condiţii de anaerobioză, care pot să determine moartea celulelor, proces ce se poate evidenţia prin brunificarea zonelor afectate.

Pentru evitarea acestei dereglări fiziologice este necesar ca fructele să fie recoltate la momentul optim.

9.3. Stresul provocat de excesul de substanţe minerale

Excesul de săruri minerale în sol corespunde în cazul unor elemente minerale aşa cum este clorul şi sodiul, cu salinitatea, care constituie un factor important ce limitează aria de cultură a plantelor şi determină apariţia unor dereglări fiziologice.

Stresul salin se realizează pe două căi: prin creşterea presiunii osmotice a soluţiei solului, ceea ce împiedică absorbţia apei, şi prin acumularea ionilor în celulele plantelor, peste limitele de toxicitate.

Acumularea clorului în celule are efect toxic, care în prezenţa altor ioni, ca de exemplu a sodiului, se măreşte de 2–3 ori. În cazul sulfaţilor, stresul este determinat doar de acţiunea lor osmotică.

Plantele halofile, adaptate la condiţiile de salinitate, au realizat diferite mecanisme prin care îşi măresc potenţialul osmotic celular, putând astfel absorbi apa din soluţia concentrată a solului. Aceste plante acumulează în vacuole celule glandulare sau tricome, cantităţi mari de ioni sau alte substanţe osmotic active, ca glicerol, manitol etc., astfel încât potenţialul osmotic ajunge la – 2...– 4 MPa, echivalent cu o concentraţie a ionilor de 400 – 700 mmol.

În condiţiile unei salinităţi moderate (50 – 100 mmol/l) în citoplasma plantelor halofile se acumulează ioni a căror concentraţie ajunge la 150 mmol/l, în timp ce în vacuole se acumulează o cantitate mai mare de aproximativ 3,3 ori (500 mmol/l).

În general, plantele de cultură nu suportă salinitatea. Scăderea presiunii osmotice a soluţiei solului de la – 0,05 MPa la – 0,1 MPa creează pentru aceste specii condiţii de stres salin.

Adaptarea acestor specii la condiţiile de salinitate constă în absorbţia selectivă a ionilor, acumularea excesului de ioni în celulele rădăcinii sau a tulpinii şi în sporirea conţinutului celulelor în glucide solubile, aminoacizi sau acizi organici.

Celulele plantelor tolerante la salinitate au suprafaţa membranelor plasmatice mai mare, ceea ce favorizează transportul ionilor şi, prin semipermeabilitatea lor, menţin compartimentarea situsurilor de depozitare a ionilor. Aceste plante îşi reduc mărimea celulelor, micşorând astfel energia necesară pentru procesul de creştere, surplusul utilizându-se la transportul ionilor (Hale şi Orcutt, 1987). De asemenea, celulele mici necesită mai puţine substanţe osmotic active pentru reglajul presiunii osmotice.

La plantele tolerante la salinitate s-a constatat biosinteza unei polipeptide cu greutatea moleculară de 26 kDa, care ar putea fi implicată în reglajul osmotic sau în transportul ionilor.

Toleranţa la salinitate se modifică pe parcursul perioadei de vegetaţie, iar unii factori de mediu ca: umiditatea relativă a aerului scăzută, temperaturile moderate şi intensitatea luminoasă mare contribuie la creşterea toleranţei la salinitate a plantelor.

Plante rezistente la secetă s-au obţinut şi prin selecţie naturală şi artificială. În prezent se urmăreşte obţinerea de genotipuri tolerante la salinitate prin selecţie somatică, pornind de la cultura de celule "in vitro", fuziune de protoplaşti sau prin tehnica ADN-ului recombinat.

Simptomele specifice de stres se manifestă şi în cazul excesului altor elemente minerale, care sunt aplicate ca îngrăşăminte, aşa cum este cazul azotului.

Excesul de azot din sol stimulează în mod indirect sinteza giberelinelor, care la rândul lor inhibă formarea mugurilor florali (Faust, 1989) şi întârzie înflorirea merilor şi a perilor. În acelaşi timp, excesul de azot are şi un efect inhibitor asupra procesului de maturare a lemnului şi a fructelor. Lemnul acumulează o cantitate mică de glucide solubile şi mare de apă, ceea ce favorizează îngheţul acestuia în timpul iernii. Simptomele caracteristice ale acestui proces sunt apariţia de crăpături în lungul trunchiului. Fructele sunt sensibile la apariţia dereglărilor fiziologice (Burzo, 1984), dintre acestea se observă frecvent pătarea amară.

Pătarea amară (*Bitter pit*) afectează calitatea merelor şi se manifestă prin apariţia unor pete superficiale cu diametrul de 2–6 mm, care ulterior se adâncesc uşor (*Fig. 9.4.*). Culoarea petelor este la început normală, iar ulterior primesc o nuanţă verde-brună şi apoi brună. Ţesuturile de sub aceste pete sunt brunificate şi suberificate, având un gust amar.

Cauzele apariţiei acestei dereglări fiziologice sunt complexe (Perring, 1986), dar cea principală o constituie dereglarea nutriţiei minerale a pomilor, produsă de un exces de azot, potasiu şi magneziu şi o carenţă de calciu.

Apariţia pătării amare este stimulată de tăierile excesive, temperaturile ridicate şi secetă, manifestându-se pregnant la soiurile sensibile (ex. Jonathan), la fructele provenite de pe pomii viguroşi, care sunt supradimensionate şi au fost recoltate mai devreme faţă de momentul optim.

Eliminarea completă a pătării amare este aproape imposibilă datorită factorilor multipli care pot afecta absorbţia şi destribuţia elementelor minerale. Rezultate satisfăcătoare s-au obţinut prin aplicarea de tratamente prerecoltă, prin stropiri foliare cu clorură de calciu 0,7 %, sau după recoltarea lor, prin îmbăierea sau infiltrarea la vid a soluţiei ce conţine calciu, tratamente ce au întârziat senescenţa (Poovaiah şi Leopold, 1973; Lieberman şi Wang, 1982; Ferguson, 1984).

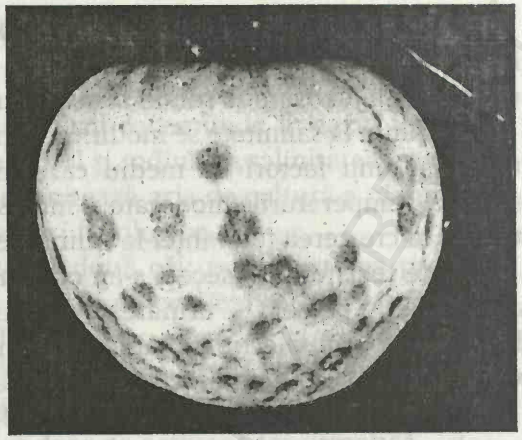


Fig. 9.4. Pătarea amară la mere

Eficacitatea acestei metode a fost explicată parţial prin capacitatea calciului de a menţine integritatea membranelor. Date deosebit de interesante privind acţiunea calciului, respectiv rolul-cheie al acestui element mineral în procesele de creştere şi de dezvoltare, cât şi relaţia dintre calciu şi calitatea fructelor sunt prezentate în lucrarea lui Poovaiah (1993).

9.4. Stresul produs de carenţa în elemente minerale

Existenţa unor cantităţi scăzute de elemente minerale în soluţia solului, sub limita optimă, determină apariţia unor dereglări care afectează procesele fiziologice ce se desfăşoară în plante şi, în final, cantitatea şi calitatea producţiei. Simptomele vizibile ale acestor carenţe constau în apariţia pe suprafaţa frunzelor a unor pete clorotice, necrozate, colorate în roşu, inhibarea creşterii plantei, moartea mugurilor, diminuarea producţiei şi în unele cazuri se manifestă şi prin necrozarea ţesuturilor exterioare ale fructelor.

Simptomele caracteristice se pot manifesta la întreaga plantă, aşa cum este cazul carenţelor de azot şi fosfor, la frunzele bazale în cazul carenţelor de magneziu, potasiu şi zinc, la muguri, în cazul carenţelor de bor şi calciu şi la frunzele tinere, în cazul carenţelor de fier, cupru, mangan şi sulf.

Carenţa în azot se caracterizează prin cloroza frunzelor, creşterea plantelor este încetinită, iar producţia este scăzută. Fructele sunt în general mici, dar au o fermitate mare, datorată existenţei unui număr mai mare de celule, care au dimensiuni şi spaţii intercelulare reduse. În acelaşi timp, conţinutul redus de azot din sol determină dezmugurirea mai rapidă a pomilor.

Carenţa în fosfor se întâlneşte mai rar la pomii fructiferi. Insuficienţa acestui element mineral determină colorarea frunzelor în verde-închis, iar uneori se înroşesc ca urmare a biosintezei antocianilor. Extremităţile frunzelor se îngălbenesc, plantele rămân mici, iar producţia de fructe este scăzută, deoarece carenţa de fosfor conduce la carenţă de azot.

Lipsa fosforului este corelată negativ cu fermitatea fructelor şi pozitiv cu sensibilitatea acestora la apariţia dereglărilor fiziologice la temperaturi coborâte.

Potasiul este ionul care are cea mai mare acumulare în ţesuturile plantelor, are un rol stimulator în sinteza proteinelor şi rol reglator al presiunii osmotice.

Carenţa de potasiu se manifestă vizibil când conţinutul frunzelor în potasiu scade sub 0,7 % din substanţa uscată.

Simptomele acestei carenţe se manifestă sub formă de pete necrotice pe marginea frunzelor, răsucirea acestora, precum şi prin încetinirea procesului de creştere al plantelor.

Calciul are un rol fiziologic deosebit, cu implicaţii majore în realizarea calităţii comerciale a fructelor.

Carenţa de calciu se manifestă la plante prin moartea mugurilor terminali, răsucirea frunzelor tinere şi încetinirea creşterii.

Concentraţiile reduse de calciu din celulele plantelor inhibă asamblarea microtubulilor şi formarea microfilamentelor în procesul de diviziune celulară (Hanson, 1984), ceea ce afectează acest proces. În acelaşi timp, carenţa de calciu stimulează procesul de respiraţie şi biosinteza etilenei, ceea ce reduce capacitatea de păstrare a acestor fructe (Faust şi Shear, 1972).

Conţinutul redus de calciu din fructe determină creşterea valorii raportului N + K + Mg /Ca, ceea ce favorizează apariţia pătării amare la mere. Carenţa în acest element mineral stimulează apariţia şi a altor dereglări fiziologice, aşa cum sunt: sticlozitatea, pătarea Jonathan sau atacul microorganismelor parazite, aşa cum este cel produs de *Gloeosporium*.

Shear (1974) a precizat că în cazul în care valoarea raportului N/Ca (raportat la substanţa uscată) este 30, frecvenţa apariţiei dereglărilor fiziologice este foarte mare.

Tratamentele cu clorură de calciu 4 % efectuate la soiul de mere Golden Delicious au determinat reducerea intensităţii procesului de respiraţie, a biosintezei etilenei şi a permeabilităţii pentru apă, corelat cu menţinerea conţinutului în clorofilă (Gleen ş.a., 1988). Tratamentele cu soluţii ce conţin calciu au determinat reducerea ritmului de biodegradare a lamelei mediane, au modificat fluiditatea fosfolipidelor membranale şi au prevenit senescenţa acestora (Paliyath ş.a., 1984).

Carenţa în bor stimulează ciclul pentozofosfat şi, prin aceasta, biosinteza compuşilor fenolici, a chinonelor şi ligninelor. Acumularea fenolilor, cât şi deteriorarea ultrastructurii membranelor plasmatice stimulează activitatea polifenoloxidazei. Extensia celulelor încetează, se reduce biosinteza ARN-ului, scade conţinutul frunzelor tinere în proteine (Faust, 1989) şi se diminuează sinteza şi translocarea citochininelor (Marschner, 1986).

Carenţele în bor se manifestă când conţinutul în acest element din frunze variază între 14 şi 21 ppm (Oberly, 1963). Simptomele caracteristice constau în moartea mugurilor terminali, frunzele tinere se colorează în verde-deschis la baza lor, iar ulterior se răsucesc şi se brunifică. În acelaşi timp, se observă că distanţa dintre noduri este mică.

Florile pomilor cu carenţe în bor se ofilesc şi mor, dar rămân ataşate de plantă (Batjer şi Rogers, 1953).

În cazul fructelor, se observă brunificări interne la mere, pere şi caise, suberificarea şi crăparea ţesuturilor externe, aşa cum se constată în cazul merelor.

Magneziul intră în compoziţia clorofilei şi, ca urmare, carenţa în acest element mineral produce cloroza frunzelor bazale, cu menţinerea culorii verzi a nervurilor. Frunzele afectate cad timpuriu, astfel încât pomii sunt parţial defoliaţi, înaintea perioadei caracteristice.

Carenţa în magneziu inhibă sinteza proteinelor, afectează structura şi transferul electronilor prin fotosistemul II (Marschner, 1986), ceea ce afectează productivitatea fotosintezei.

Fierul participă la reglarea potenţialului oxidoreducător celular, la transportul electronilor în procesul de fotosinteză şi catalizează sub formă de chelat, legarea magneziului de nucleul porfirinic al clorofilei. Din această cauză, carenţa în fier se manifestă prin cloroza

mugurilor terminali şi a frunzelor tinere. Nervurile frunzelor se colorează în verde-intens, iar marginile frunzelor uneori se necrozează.

Plantele cu carenţă de fier au un conţinut mărit de acid malic, datorită inhibiţiei activităţii aconitazei, enzimă a ciclului Krebs.

Sensibilitatea pomilor fructiferi la carenţa de fier este următoarea: *piersic* şi *păr* > *vişin* > *prun* > *cais, măr, cireş* (Barney ş.a., 1984; Thorne şi Wann, 1950).

Zincul este necesar pentu sinteza triptofanului, precursor al auxinei. Din această cauză, carenţele în zinc se caracterizează prin inhibarea creşterii internodurilor şi a suprafeţei frunzelor. Ca urmare, lăstarii şi frunzele au dimensiuni mici, iar acestea din urmă sunt dispuse în rozete, ceea ce a conferit denumirea acestei carenţe de "boala frunzelor mici". În cazul prunului, pe suprafaţa frunzelor se formează şi pete mici clorotice.

Pomii cu carenţe de zinc se caracterizează şi prin inhibarea sintezei proteinelor, acumularea aminoacizilor şi amidelor, precum şi a acidului piruvic, care poate fi metabolizat la aldehidă acetică şi alcool etilic.

Dintre speciile de pomi fructiferi, cireşul are cea mai mare sensibilitate la carenţa în zinc (Chandler, 1937). Simptomele de carenţă s-au observat la pomii ale căror frunze au avut un conţinut de aproximativ 25 ppm, raportat la substanţa uscată (Baynton şi Oberly, 1966).

Manganul participă la fotoliza apei în procesul de fotosinteză, activează unele enzime şi intră în compoziţia superoxiddismutazei, care catalizează reacţia de transformare a radicalilor liberi, în apă oxigenată şi oxigen. În felul acesta sunt inhibate reacţiile de oxidare cauzate de radicalii liberi.

Plantele cu carenţă în mangan se caracterizează printr-un conţinut scăzut de clorofilă, prin biodegradarea accelerată a fosfolipidelor şi glicolipidelor membranale, iar mezofilul dintre nervurile frunzelor este clorotic. Cloroza se manifestă mai întâi la frunzele mai bătrâne situate la baza plantei, la mijlocul sezonului de vegetaţie.

Dereglările fiziologice cauzate de această carenţă se manifestă la pomii ale căror frunze conţin mai puţin de 17 ppm mangan.

În cazul celorlalte elemente minerale, s-a constatat o frecvenţă foarte scăzută a simptomelor de carenţă la pomii, arbuştii şi la plantele ierboase fructifere.

Prevenirea carenţelor de nutriţie minerală sau tratarea rapidă a acestora se face prin aplicarea de stropiri foliare, cu soluţii conţinând

elementele necesare, în perioadele cu cerinţe maxime. Astfel, stropirile foliare cu mangan, zinc, fier şi bor se fac înainte de înflorit, cele cu magneziu – în perioada de creştere intensă, iar tratamentele cu calciu – înainte de căderea din iunie şi la sfârşitul acestei luni.

Hurley ş.a. (1986) au constatat că injectarea soiului de mere Red Delicious cu 1 % sulfat feros a determinat creşterea conţinutului în clorofilă a frunzelor şi intensificarea procesului de fotosinteză.

Pentru diagnosticarea nutriţiei minerale a pomilor şi arbuştilor fructiferi se utilizează diagnoza foliară. Această metodă constă în analiza înainte de data de 15 iulie a frunzelor sau a peţiolilor, recoltaţi de la mijlocul ramurilor de un an, care au lungimea de 30 – 60 cm. Datele analitice obţinute se compară cu cele ale frunzelor provenite de pe plante-martor, la care s-a aplicat tehnologia standard.

9.5. Dereglări fiziologice produse de erbicide

Cu mici excepţii, erbicidele numai în rare cazuri sunt complet inofensive pentru plantele de cultură.

Erbicidele foliare sistemice sunt blocate în celulele epidermice, iar supradozajul produce arsuri. Erbicidele care se aplică la sol determină în caz de exces o fitotoxicitate marcantă, care variază în funcţie de perioada de aplicare, umiditatea solului, specie etc.

Excesul de erbicide are următoarele efecte fiziologice:

- Inhibă transportul electronilor în procesul de fotosinteză şi anume între fotosistemul II şi plastochinonă. Ca urmare, NADPH-ul nu mai poate fi redus, iar revenirea clorofilei din centrul de reacţie la starea iniţială se face prin disiparea energiei, ceea ce produce biodegradări la nivelul tilacoidelor. Astfel de efecte se constată în cazul excesului derivaţilor ureei: monouron, diuron, triazine etc.
- Dipiridilii de tip diquat sau paraquat au potenţial redox foarte coborât care le permite să accepte electronii care ar trebui să ajungă la feredoxină. Ca urmare, NADPH-ul nu mai poate fi redus, iar dipiridilii reduşi sunt oxidaţi cu formare de apă oxigenată, care este toxică pentru ţesuturi.
- Dinitrofenolul şi fenil carbamaţii decuplează sinteza ATP-ului la nivelul membranelor mitocondriale şi al tilacoidelor şi blochează transportul electronilor în procesul de fotosinteză.

Glyphosatul este un produs sistemic, care se aplică foliar şi determină blocarea sintezei aminoacizilor aromatici. Aplicat primăvara,

are efecte negative reduse, dar ulterior determină deformarea fructelor şi colorarea lor necorespunzătoare.

Glufosinatul este inhibitor al enzimei care catalizează sinteza glutationului. Determină îngălbenirea frunzelor, ofilirea şi căderea lor prematură.

Dipiridilii (*diquat*) au mobilitate scăzută şi determină blocarea transportului de electroni de către feredoxină, împiedicând formarea NADPH + H^+-ului. Provoacă deshidratarea şi ofilirea frunzelor.

Acizii fenoxiarilici (2,4-D, MCPA, MCPP-P) acţionează asupra sistemului hormonal al plantelor, determinând deformări ale fructelor şi modificări de formă ale frunzelor şi ramurilor.

Triazinele (*simazin, terbutilazin*), aplicate în doză mărită, determină cloroza ţesuturilor dintre nervuri, răsucirea marginii frunzelor şi necrozarea acestora. Aceste substanţe inhibă procesul de fotosinteză, reduc transportul de electroni la nivelul fotosistemului II şi produc oxidarea şi distrugerea pigmenţilor fotosensibili.

Fenilureea (*diuron, linuron*) are efecte similare cu ale triazinelor şi o remanenţă de 6–12 luni pentru diuron şi de 2–4 luni pentru linuron. Simptomele excesului de diuron constau în cloroza frunzelor.

Uracilii (*terbacil*), absorbiţi prin rădăcini, determină inhibarea fotosintezei şi a transportului de electroni prin fotosistemul II. Se manifestă prin cloroza difuză a frunzelor.

9.6. Dereglări fiziologice postrecoltă ale fructelor

Factorii din mediul înconjurător acţionează asupra fructelor pe tot parcursul procesului de valorificare a acestora. În afara limitelor optime, acţiunea factorilor respectivi se manifestă prin dereglarea proceselor fiziologice, ceea ce conduce la apariţia unor dereglări calitative, care se manifestă sub forma unor pete, mai mult sau mai puţin extinse, brunificarea ţesuturilor, apariţia unui gust, aromă şi fermitate nespecifică etc.

Ţesuturile afectate, având metabolismul dereglat, sunt uşor atacate de microorganismele parazite, care grăbesc procesul de biodegradare.

Dereglările fiziologice au fost studiate de numeroşi cercetători, dar rezultatele obţinute de multe ori au fost contradictorii. Aceasta se datoreşte, în primul rând, faptului că asupra fructelor acţionează simultan mai mulţi factori şi este dificil să se precizeze cauza reală. De asemenea, nomenclatura folosită este confuză, de multe ori pentru

aceeaşi dereglare fiziologică fiind utilizate mai multe denumiri. Pe de altă parte, mecanismul complicat al dereglărilor fiziologice poate fi elucidat numai prin cercetări multidisciplinare, relativ dificil de realizat.

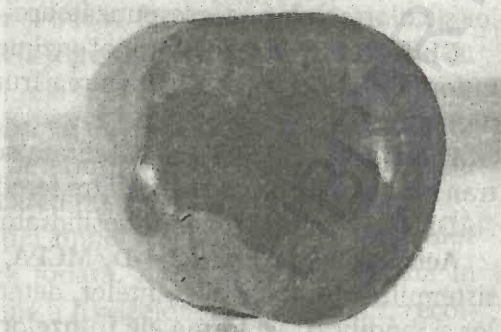


Fig. 9.5. Opăreala moale la mere

Opăreala (*scald*) se manifestă pe suprafaţa epicarpului fructelor sub forma unor pete brune, cu contur neregulat, mai mult sau mai puţin extinse, care afectează merele din grupa Red, Jonathan, Gustav durabil etc. (Burzo, 1986).

Cauzele acestei dereglări fiziologice sunt complexe, dar se consideră că se datorează în principal oxidării α-farnesenului din ceara de pe suprafaţa merelor, care formează peroxizi şi hidroperoxizi ai acestei substanţe, care sunt toxice pentru celule (Anet, 1972).

Sensibilitatea la apariţia acestei dereglări fiziologice se datoreşte unor factori multipli: soi, condiţii agropedoclimatice, moment de recoltare etc. (Chen ş.a., 1985). Sunt afectate, mai ales, merele cu un conţinut mare de azot şi redus de calciu, care au fost expuse unui stres hidric şi au fost recoltate timpuriu.

În vederea prevenirii apariţiei opărelii, este necesar ca merele din soiurile sensibile să fie recoltate la momentul optim, depozitate cât mai rapid în spaţii cu atmosferă controlată, în care se menţine o concentraţie scăzută de oxigen (Truter şi Eksteen, 1987). Pot fi utilizate, de asemenea, tratamentele cu substanţe antioxidante, aşa cum este etoxiquina.

Opăreala moale (*soft scald*) afectează merele şi uneori perele, simptomele caracteristice constând în apariţia de pete brune, cu conturul bine definit, de consistenţă moale, pe suprafaţa epicarpului (*Fig. 9.5.*). Uneori sunt afectate şi ţesuturile din profunzime, iar ulterior, pe măsură ce se pierde apa din celulele afectate, zonele lezate se usucă şi primesc o culoare neagră.

Mecanismul de apariţie a acestei dereglări fiziologice nu este încă bine precizat.

Opăreala moale apare numai în cazul păstrării fructelor la temperaturi coborâte (sub 2 °C) şi este favorizată de recoltarea tardivă şi întârzierea depozitării fructelor în condiţii frigorifice (Pratella ş.a., 1979).

Brunificarea internă la temperaturi coborâte (*Low temperature breakdown*) afectează merele din soiul Jonathan, Banana de iarnă, Reinette de Champagne, Wagener premiat etc., precum şi perele din soiul Passa Crassana, păstrate la temperaturi cuprinse între 0 şi 2 °C.

Simptomele acestei dereglări fiziologice se manifestă în parenchimul cuprins între epidermă şi fasciculele vasculare principale, prin brunificarea ţesutului, care uneori este vizibilă de la exterior.

Sensibilitatea fructelor la apariţia acestei dereglări fiziologice este corelată cu un conţinut redus în calciu al ţesuturilor (Perring, 1985), iar frecvenţa apariţiei brunificării interne la temperaturi coborâte sporeşte în anii în care temperatura ambiantă scade, la sfârşitul perioadei de vegetaţie.

În cazul păstrării merelor din soiurile sensibile la temperaturi cuprinse între 0 şi 2 °C, se produce o tranziţie de fază în lipidele membranale, de la lichid cristalin la gel. Aceasta determină scăderea permeabilităţii membranelor plasmatice şi a membranelor mitocondriale, ceea ce împiedică transportul acidului piruvic rezultat din procesul de glicoliză în mitocondrii, unde este utilizat în ciclul Krebs. Ca urmare, acidul piruvic se acumulează în citoplasmă, unde este biodegradat pe cale anaerobă la aldehidă acetică şi alcool etilic, toxice pentru celule (Lyons, 1973).

Această dereglare fiziologică poate fi prevenită prin păstrarea merelor din soiurile sensibile la frig, la temperatura optimă care variază între 3 şi 4 °C.

Brunificări la temperaturi coborâte se manifestă şi la prunele, caisele şi piersicile păstrate la temperaturi apropiate de 0 °C. Dacă la mere simptomele se manifestă în zonele periferice ale mezocarpului, la aceste specii simptomele se manifestă în ţesuturile situate în apropierea endocarpului, de unde se extinde în sens centrifug.

Brunificarea internă de supramaturare (*senescence breakdown*) se manifestă la mere, pere, caise şi piersici, prin brunificarea ţesuturilor cu maturitatea mai avansată, respectiv din zona centrelor de maturare. Aceste zone sunt situate în jurul casei seminale în cazul merelor şi perelor şi în apropierea zonei pistilare sau a zonei de sutură, în cazul caiselor şi piersicilor (Burzo, 1987).

Ţesuturile afectate de culoare brună se deshidratează treptat, iar gustul se deteriorează. La unele soiuri păstrate la umiditate relativă a aerului ridicată se formează crăpături, prin care se observă ţesutul parenchimatic cu aspect făinos (*Fig. 9.6.*).

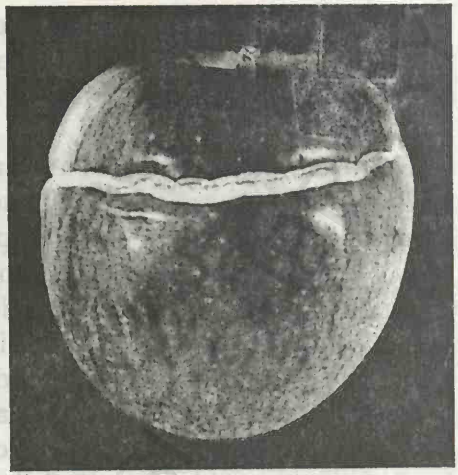


Fig. 9.6. Supramaturarea la mere

Sunt predispuse la apariţia acestei dereglări fiziologice fructele de dimensiuni mari, recoltate tardiv şi păstrate la temperaturi ridicate (Smock, 1977). De asemenea, concentraţia mărită de calciu intracelular favorizează formarea complexului calmodulin–calciu, care stimulează activitatea unor enzime, iar etilena poate stimula eliberarea calciului endogen. Poliaminele au un efect contrar, întârziind procesul de senescenţă (Ben Arie ş.a., 1982).

Prevenirea apariţiei acestei dereglări fiziologice se realizează prin recoltarea fructelor la momentul optim, depozitarea imediată în condiţii optime de temperatură, în funcţie de specie şi soi.

Pătarea Jonathan (*Jonathan spot*) afectează merele de soiul Jonathan şi se manifestă sub forma unor pete mici, rotunde, de culoare închisă şi mai numeroase pe partea însorită a acestora. Într-un stadiu mai avansat petele confluează, acoperind suprafeţe mari de fruct.

Simptomele se manifestă încă din cultură, dar acestea evoluează pe parcursul perioadei de depozitare.

Cauzele care determină apariţia pătării Jonathan nu sunt cunoscute. După Willis ş.a. (1981), apariţia simptomelor ar fi o consecinţă a unui dezechilibru mineral şi, în special, a alimentaţiei cu calciu. S-a constatat, de asemenea, că gradul de intensitate al pătării este mai mare la fructele bine pigmentate, cu un număr mai mare de seminţe şi cu un grad de maturitate mai avansat.

Recoltarea merelor la momentul optim şi păstrarea în condiţii frigorifice, şi mai ales în atmosferă controlată, frânează evoluţia acestei dereglări fiziologice (Burzo, 1986).

Rugozitatea afectează în proporţie mare merele din soiul Golden Delicious şi se prezintă sub forma unor suprafeţe mai mult sau mai puţin extinse, de culoare brună, cu aspect rugos.

Cauzele care determină apariţia acestei deprecieri calitative şi mecanismul de acţiune al acestora nu este bine precizat. Se consideră că, în general, factorii agropedoclimatici favorizează apariţia rugozităţii.

Nicola ş.a. (1994) menţionează că noii cloni de Golden Delicious, pe portaltoi mai puţin viguroşi (clon B, Smoothee etc.), sunt expuşi mai puţin la apariţia rugozităţii.

Brunificarea de origine anaerobă (*brown heart*) afectează merele şi perele păstrate în atmosferă cu compoziţia necorespunzătoare, respectiv în concentraţii mari de dioxid de carbon şi scăzute de oxigen.

La exterior fructele au un aspect normal, dar parenchimul situat între casa seminală şi epicarp prezintă zone brunificate, în mijlocul cărora se găsesc cavităţi.

Concentraţia ridicată de dioxid de carbon şi scăzută de oxigen din atmosfera de păstrare generează condiţii de anaerobioză în urma cărora în fructe se acumulează aldehidă acetică şi alcool etilic care determină moartea celulelor şi brunificarea ţesuturilor. Intensificarea activităţii de autoliză din unele celule afectate şi pierderea apei conduce la formarea la mijlocul acestora a unor caverne.

Prevenirea apariţiei acestei dereglări fiziologice se poate realiza prin păstrarea fructelor în atmosferă controlată cu compoziţia optimă (Little ş.a., 1985).

BCU IASI CENTRALA

Capitolul 10
Fiziologia postrecoltă a fructelor

Fructele, fiind organisme vii, se caracterizează prin continuarea proceselor metabolice şi după detaşarea acestora de pe plantă. Intensitatea proceselor fiziologice şi biochimice este dependentă de condiţiile ambiante din timpul perioadei de valorificare, dar, în general, procesele de biosinteză se reduc ca intensitate, în timp ce procesele de biodegradare se intensifică.

10.1. Procesele de biosinteză din fructele recoltate

Intensitatea proceselor de biosinteză din fructele recoltate variază în funcţie de gradul de maturitate al acestora la recoltare şi de condiţiile ambiante din perioada postrecoltă.

În cazul cireşelor, vişinelor, zmeurei etc. care se recoltează la maturitatea deplină, procesele de biosinteză sunt reduse ca intensitate. Situaţia este însă opusă în cazul merelor, perelor, caiselor, piersicilor şi căpşunelor, care se recoltează înainte de maturitate şi în care au loc numeroase procese de biosinteză, ce conduc la realizarea maturităţii depline. Ritmul acestor procese de biosinteză este dependent de temperatura ambiantă. Păstrarea fructelor în depozite frigorifice sau în depozite cu atmosferă controlată inhibă procesele de biosinteză şi totodată maturarea fructelor.

Procesul de fotosinteză poate continua şi pe parcursul perioadei postrecoltă, în prezenţa luminii şi a clorofilei, aşa după cum s-a constatat în cazul merelor.

Reînnoirea proteinelor citoplasmatice în scopul menţinerii viabilităţii acesteia şi a unor protein-enzime necesare desfăşurării proceselor biochimice care au loc în etapa respectivă. În procesul de biosinteză a proteinelor sunt utilizaţi aminoacizii rezultaţi din biodegradarea proteinelor. Pe măsură ce gradul de maturitate al fructelor

avansează, iar temperatura de păstrare scade, ritmul de reînnoire al proteinelor se reduce.

Biosinteza pigmenţilor carotenoizi continuă şi pe parcursul perioadei postrecoltă, dar cu intensitate redusă, iar în atmosferă controlată modificările de culoare sunt minime. Astfel, determinările efectuate de autori au evidenţiat că în cazul merelor, soiul Jonathan, păstrat la temperatura de 3 °C, conţinutul în pigmenţi carotenoizi a crescut în 60 de zile de la 0,50 la 0,55 mg/100 g epicarp. În cazul probelor păstrate la temperatura de 20 °C, conţinutul în caroteni a crescut în aceeaşi perioadă de la 0,50 la 0,65 mg/100 g epicarp.

Schulz (1969) a constatat că după 70 de zile de păstrare a merelor, soiul Golden Delicious, conţinutul în caroteni al epicarpului a fost de 70 mg/100 g la temperatura de 20 °C, 2,5 mg/100 g la 10 °C, 1,5 mg/100 g la 4 °C şi 1,1 mg/100 g la temperatura de 0 °C.

Pigmenţii antocianici din fructe prezintă modificări mai mari sau mai mici, în funcţie de gradul de maturare al fructelor la recoltare. Cireşele şi vişinele care se recoltează la maturitatea deplină nu prezintă modificări evidente ale conţinutului în antociani în perioada postrecoltă.

Căpşunele care se recoltează înainte ca fructul să fie complet pigmentat prezintă modificări mult mai evidente ale conţinutului în antociani. Viteza cu care se modifică culoarea este dependentă de temperatura de păstrare. Astfel, căpşunele din soiul Senga Sengana, recoltate la o pigmentaţie de 50 % din suprafaţa fructului, s-au colorat complet după 2 zile de păstrare la temperatura ambiantă. La temperatura de 4 °C, coloraţia a acoperit 80% din suprafaţa fructului, după 2 zile de păstrare şi 92 % din suprafaţă, după 5 zile de păstrare.

Substanţele volatile care conferă aroma caracteristică fructelor se pot biosintetiza şi pe durata perioadei postrecoltă, dacă acestea au fost recoltate înainte de maturitatea deplină. Ritmul de biosinteză a acestor substanţe este dependent de însuşirile speciei, soiului şi de temperatura ambiantă.

Cercetările efectuate de Willis şi Mc Glassom (1970), la mere, care au fost păstrate la trei temperaturi: 0, 5, şi 10 °C, au dovedit că acetatul de etil biosintetizat de către fructe şi eliminat în atmosferă creşte cu temperatura. Astfel, la temperatura de 0 °C se elimină aproximativ 200 μg/100 g acetat de etil, în timp ce la 10 °C cantitatea eliminată ajunge la 4 000 μg/100 g fruct.

Temperaturile coborâte inhibă biosinteza substanţelor volatile. Astfel, sinteza alcoolului etilic a fost întârziată cu 75 de zile la merele

păstrate la 3 °C şi cu 120 de zile la fructele păstrate la 1 °C, comparativ cu cele păstrate la temperatura mediului.

Meigh (1956) a constatat că la merele păstrate în atmosferă controlată se formează doar 1–4 % din cantitatea de substanţe volatile existente în fructele păstrate la aceeaşi temperatură şi în atmosferă normală.

În cazul căpşunelor, Testoni ş.a. (1994) au constatat că după 12 zile de păstrare la 2 °C, urmată de o zi la 20 °C, biosinteza substanţelor volatile se intensifică, ponderea deţinând-o etanolul şi acetatul de etil. Cantitatea totală de substanţe volatile creşte de 1,78 ori, după 4 zile, de 6,8 ori, după 8 zile şi de 16,16 ori, după 12 zile de păstrare. Unii compuşi volatili ca: linalolul, lactonele, heptanona şi butanoaţii se reduc cantitativ pe parcursul duratei de păstrare, în timp ce conţinutul în alcooli, aldehide şi esteri creşte.

Biosinteza etilenei continuă pe tot parcursul perioadei de păstrare. Cantitatea de etilenă produsă de fructele neclimacterice scade treptat, în timp ce la fructele climacterice, recoltate înainte de maturitate, are loc intensificarea acestui proces, urmată de o diminuare.

Cercetările efectuate de Bibicu ş.a. (1992) au precizat că merele păstrate la temperatura de 0 – 3 °C au realizat maximumul de acumulare a etilenei endogene după 150 de zile în cazul soiului Jonathan (130 µl/l) şi după 210 zile la soiurile Golden Delicious (220 µl/l) şi Starkrimson (150 µl/l). Păstrarea în atmosferă controlată a merelor are un efect inhibant asupra procesului de biosinteză a etilenei şi în consecinţă asupra procesului de maturare.

Stow ş.a. (1993) menţionează că au obţinut hibrizi între soiurile Gloster 69 şi Fiesta, care produc cantităţi foarte mici de etilenă (1 µl/kg/h).

10.2. Procesele de biodegradare care au loc în fructele recoltate

După recoltare, procesele de biodegradare din fructe se intensifică, fiind în corelaţie cu nivelul temperaturii şi cu compoziţia atmosferei. Ritmul de desfăşurare a proceselor de biodegradare poate fi pus în evidenţă prin intensitatea procesului de respiraţie.

Analizele efectuate de Burzo (1986) au precizat că intensitatea medie a procesului de respiraţie a 11 specii de fructe păstrate la temperatura de 0 °C este de 10,3 mg CO_2/kg/h. Prin creşterea temperatu-

rii la 10 şi, respectiv, la 20 °C, intensitatea medie a procesului de respiraţie creşte de 2,97 ori, respectiv de 2,74 ori.

Comparând valorile determinate la diferite specii de fructe se remarcă zmeura şi căpşunele care au o intensitate foarte mare a acestui proces (200,5 mg CO_2/kg/h, şi, respectiv, 135,0 mg CO_2/kg/h), corelată cu o capacitate foarte redusă de păstrare. În opoziţie se situează nucile, alunele şi migdalele, care au o intensitate foarte redusă a procesului de respiraţie şi o capacitate mare de păstrare (1–3 ani).

Cantitatea de dioxid de carbon produs în procesul de respiraţie poate constitui un indicator pentru aprecierea ritmului de biodegradare a substanţelor de rezervă. Astfel, în cazul produselor la care substratul respirator îl constituie glucidele, pentru fiecare miligram de dioxid de carbon produs în procesul de respiraţie se consumă 0,684 mg glucoză.

Reacţiile de biodegradare care au loc în fructe, pe parcursul perioadei postrecoltă, sunt dependente de gradul de maturitate al acestora la recoltare şi de condiţiile de păstrare. Astfel, în cazul fructelor recoltate înainte de maturitate au loc reacţii caracteristice care conduc la realizarea maturităţii de consum şi care constau în: hidroliza amidonului, biodegradarea substanţelor pectice, glucidelor solubile, acizilor organici, substanţelor tanoide etc.

Modificarea fermităţii fructelor este dependentă de activitatea enzimelor: pectinesterază, poligalacturonază, β-galactozidază şi β-1,4-glucanază şi este influenţată de temperatura de păstrare. În cazul merelor s-a constatat lipsa endo-poligalacturonazei, dar în cazul perelor din soiurile europene s-a constatat prezenţa acestei enzime (Pressey şi Avants, 1976).

Rezultatele obţinute de Fidler ş.a. (1973) au evidenţiat că după 120 de zile de păstrare a merelor, fermitatea a scăzut de la 9,2 kgf la 5,5 kgf la temperatura de 8 °C şi la 5,3 kgf la merele păstrate la 12 °C.

După 60 de zile de păstrare a perelor la temperatura de 0 °C, fermitatea scade cu valori cuprinse între 0,2 kgf (Olivier de Serres) şi 3,1 kgf (Cure). După aceeaşi perioadă de păstrare la temperatura mediului înconjurător, fermitatea perelor din soiul Olivier de Serres a scăzut cu 0,7 kgf, iar cea a perelor Cure, cu 5,8 kgf (Millim, 1981).

Boroş (1970) a constatat că în timpul maturării perelor, pe parcursul perioadei postrecoltă, are loc scăderea conţinutului în protopectină de la 800 mg/100 g la 100 mg/100 g şi creşterea simultană a conţinutului în pectine solubile de la 300 mg/100 g la 700 mg/100 g, corelat cu scăderea fermităţii de la 7 kgf la 1 kgf.

Păstrarea în atmosferă controlată inhibă metabolismul substanţelor pectice, menţinând fermitatea fructelor la valori mai mari comparativ cu păstrarea în atmosferă normală.

Perele păstrate în atmosferă controlată sau în condiţii frigorifice se postmaturează prin păstrarea la temperatura de 20 °C, în vederea stimulării procesului de maturare şi pentru realizarea maturităţii comerciale. Millim (1981) a constatat că perele păstrate 5 luni în condiţii frigorifice care au fost postmaturate 6 zile au fermitatea mai mică cu 0,7 kgf în cazul soiului Contesa de Paris şi cu 3,4 kgf în cazul soiului Passa Crassana. Perele păstrate aceeaşi perioadă în atmosferă controlată şi postmaturate 6 zile în aceleaşi condiţii au avut fermitatea cu 10,0 – 29,5 % mai mare comparativ cu cele păstrate în condiţii frigorifice normale.

Conţinutul în clorofilă al fructelor scade pe parcursul perioadei de păstrare, reacţie catalizată de clorofilaze. Aceasta contribuie la realizarea culorii caracteristice pentru fructele mature.

Schulz (1969) a constatat că dispariţia clorofilei din epicarpul merelor, soiul Golden Delicious, are loc după cca 52 zile de păstrare la temperatura de 20 °C, după 90 de zile de păstrare la 10 °C şi după 178 de zile de păstrare la temperatura de 4 °C. Conţinutul de clorofilă din epicarpul merelor păstrate 200 zile la temperatura de 0 °C a scăzut de la 1,55 mg/100 g la 0,2 mg/100 g .

Atmosfera controlată are un efect inhibitor asupra procesului de biodegradare a clorofilei. În cazul merelor de soiul Golden Delicious, Schulz (1969) a constatat degradarea completă a clorofilei din epicarp, după cca 115 zile, comparativ cu 90 de zile în cazul păstrării în atmosferă cu compoziţia normală.

Conţinutul în glucide din fructe prezintă modificări caracteristice în funcţie de specie şi condiţiile de păstrare.

În cazul fructelor recoltate înainte de maturitate şi care conţin amidon (ex., mere, pere etc.), are loc hidroliza enzimatică a acestui component, sub acţiunea α- şi β-amilazelor, ceea ce are ca efect creşterea conţinutului în glucoză.

Glucidele solubile din fructe sunt utilizate pe parcursul perioadei postrecoltă pentru producerea de energie biochimică în procesul Krebs sau sunt transformate în alţi compuşi organici. Ritmul de biodegradare a glucidelor este mai intens în cazul fructelor cu metabolism intens. Astfel, în cazul căpşunelor, conţinutul în glucide solubile a scăzut cu 21,4 % din valoarea iniţială, după 12 zile de păstrare la temperatura de 0 °C, în timp ce la mere diminuarea a fost de numai

13,9 % din valoarea inițială, după 200 zile de păstrare la aceeași temperatură. Testoni ș.a. (1994) au constatat că glucidele solubile din căpșune scad după 7 zile de păstrare la temperatura de 0–4 °C de la 4,02 la 3,51 %.

În cazul piersicilor păstrate la temperatura de 20–22 °C, conținutul în glucide solubile a scăzut după 4 zile cu 37,2 % din valoarea determinată la depozitare, în timp ce la fructele păstrate la temperatura de 0 °C, timp de 30 de zile, diminuarea a fost de numai 4,3 %.

Atmosfera controlată inhibă procesul de biodegradare a glucidelor, fapt evidențiat în cazul merelor. Păstrarea acestor fructe timp de 40 de zile în atmosferă cu compoziția 3 % CO_2 și 3 % O_2 a determinat scăderea conținutului în glucide cu 1 % comparativ cu merele din varianta păstrată aceeași perioadă, în atmosferă cu compoziția normală, la care scăderea a fost de 6,1 %.

Acizii organici se pot sintetiza în fructele depozitate din compuși intermediari de natură glucidică, dar în general are loc scăderea conținutului în aceste substanțe ca urmare a utilizării lor în ciclul Krebs, neutralizării lor în vacuole sau a transformării în alți compuși organici.

Biodegradarea acizilor organici variază în funcție de natura lor. Astfel, acidul malic se oxidează mai ușor și este urmat în ordine de acidul tartric și citric. Rezultă deci că fructele în care predomină acidul malic își pierd mai repede aciditatea (ex., mere și pere), comparativ cu cele care conțin acid citric (lămâi) sau acid tartric (struguri).

Ritmul de scădere a acidității titrabile din fructe variază în funcție de intensitatea proceselor metabolice. În cazul merelor, aciditatea titrabilă scade după 210 zile de păstrare la temperatura de 0 °C cu 53,3–72,5 % din valoarea inițială. Aciditatea titrabilă din piersici scade cu 77,9 % din valoarea inițială după 28 de zile de păstrare la 0 °C. În cazul prunelor diminuarea este de 67,9–69,5 % după 40 de zile de păstrare la 0 °C, iar în cazul căpșunelor este de 97,8 % după 6 zile de păstrare la temperatura de 3 °C.

Testoni ș.a. (1994) au constatat că după 7 zile de păstrare a căpșunelor la temperatura de 0–4° C, conținutul în acid citric crește de la 0,54 la 0,66 %, conținutul în acid malic scade de la 0,49 la 0,39 %, iar aciditatea titrabilă crește de la 1,04 la 1,05 %.

Păstrarea în atmosferă controlată determină reducerea ritmului de biodegradare a acizilor organici, respectiv scăderea acidității titrabile. Astfel, în cazul prunelor păstrate 40 de zile la temperatura de 0° C și în atmosferă controlată valoarea acidității titrabile a fost de

5,4 ori mai mare comparativ cu cea a variantei păstrate la aceeaşi temperatură în atmosferă normală.

Dioxidul de carbon în concentraţie mare are un efect inhibitor asupra activităţii succinat dehidrogenazei, ceea ce determină acumularea acidului succinic în merele păstrate în aceste condiţii (Hulme, 1971).

Conţinutul total de proteine şi lipide suferă modificări mai mici pe parcursul perioadei postrecoltă.

Modificările sunt mai evidente în cazul aminoacizilor, fiind determinate de biodegradarea şi reînnoirea proteinelor, procese care nu au putut fi corelate cu capacitatea de păstrare a fructelor.

S-au determinat, de asemenea, modificări ale conţinutului în acizi graşi liberi, corelat cu biodegradarea lipidelor din membranele plasmatice şi din cerurile de pe suprafaţa fructelor. Cercetările efectuate de Feys ş.a. (1980) au evidenţiat că activitatea lipoxigenazei se intensifică în celulele epicarpului şi ale parenchimului din zona centrală a merelor şi perelor, determinând biodegradarea lipidelor membranale. Rezultă hidroperoxizi ai acizilor linoleic şi linolenic, din care se pot sintetiza aldehide, etilenă, acid jasmonic etc., precum şi trans-2-hexenil acetat care este un component al substanţelor volatile (Dimik şi Hoskin, 1983).

Acidul ascorbic reprezintă vitamina cu cea mai mare concentraţie din fructe (3 mg/100 g la nuci şi 117 mg/100 g la coacăze negre).

Pe parcursul perioadei postrecoltă, conţinutul în acid ascorbic al fructelor prezintă diminuări, ale căror valori sunt influenţate de însuşirile de soi şi de condiţiile de păstrare. Cea mai mare diminuare a conţinutului în acid ascorbic s-a determinat la căpşune (1,86 %/zi), iar cea mai mică — la mere (0,21 % din valoarea iniţială/zi).

Atmosfera controlată a determinat inhibarea procesului de biodegradare a acidului ascorbic cu 0, 44 % din valoarea iniţială/zi, la caise şi cu 0, 17 % zi la piersici, faţă de fructele păstrate la aceeaşi temperatură, dar în atmosferă normală. În cazul merelor şi al perelor păstrate în atmosferă controlată şi în atmosferă normală, conţinutul în acid ascorbic a prezentat diferenţe mici între aceste două variante.

Conţinutul în substanţe volatile al fructelor păstrate variază în funcţie de temperatura şi tipul de păstrare. Temperatura coborâtă, conţinutul ridicat de dioxid de carbon şi scăzut de oxigen inhibă formarea compuşilor volatili. Lipsa aromei în cazul merelor păstrate în atmosferă controlată este atribuită încetinirii ritmului de biosinteză a esterilor şi, în special, a acetatului de butil şi a acetatului de hexil.

Sinteza acestor compuşi este limitată de inhibarea formării alcoolilor (Crouzet, 1986).

Bayonove (1975) a constatat că piersicile recoltate înainte de maturitate nu îşi realizează aroma caracteristică, ca urmare a sintezei deficitare a γ-decalactonei, esterilor şi a benzaldehidei.

Calciul poate avea o influenţă pozitivă asupra proceselor fiziologice din fructele recoltate. Sams şi Conway (1993) au constatat că infiltrarea merelor cu calciu, astfel încât concentraţia să varieze între 200 şi 800 μg/g substanţă uscată, a determinat menţinerea fermităţii fructelor, a conţinutului în acid ascorbic şi a activităţii peroxidazei, în timp ce activitatea polifenoloxidazei şi a pectinmetilesterazei a fost mai scăzută.

Song şi Bangerth (1993) au constatat că infiltrarea soiului Golden Delicious cu clorură de calciu 0,05–0,15 mol a determinat scăderea intensităţii procesului de respiraţie şi a biosintezei etilenei. Aroma fructelor a fost însă influenţată negativ de infiltraţiile cu clorură de calciu 0,15 mol.

Poovaiah (1993) apreciază că rolul calciului constă în a fi un mesager secundar, care acţionează prin intermediul proteinei calmodulin. Complexul calmodulin-calciu activează unele enzime şi reglează expresia genelor, are rol în menţinerea structurii pereţilor celulari şi a integrităţii membranelor plasmatice.

Maturarea fructelor pe parcursul perioadei postrecoltă este dependentă de intensitatea metabolismului, care este în funcţie, la rândul său, de factorii mediului. Astfel, la temperatura ambiantă fructele recoltate la momentul optim pentru valorificarea în stare proaspătă ajung la maturitatea deplină în 1–3 zile în cazul căpşunelor şi în 7–9 zile în cazul merelor.

După Moras şi Chapon (1983), merele păstrate la temperatura de 0 °C se maturează de 7–10 ori mai lent comparativ cu cele păstrate la temperatura de 20 °C. În cazul piersicilor, o zi de păstrare la temperatura de 25 °C corespunde cu 2 zile de păstrare la 15 °C, cu 4 zile la 10 °C, 8 zile la 4 °C şi cu 16 zile de păstrare la 0 °C.

Reducerea conţinutului de oxigen din atmosferă la 3 % şi creşterea concentraţiei dioxidului de carbon la 5 % determină inhibarea intensităţii procesului de respiraţie cu 43,0 % (Monzini şi Gorini, 1967) şi prelungirea perioadei de păstrare. Analiza compoziţiei chimice la 7 soiuri de mere păstrate 200 zile în atmosferă controlată (3 % CO_2 şi 3 % O_2) indică un grad de maturitate mai puţin avansat, care se evidenţiază printr-un conţinut mai mare cu 6,6 % în cazul glucidelor so-

lubile, cu 16,7 % în cazul aciditǎţii titrabile şi cu 11,8 % în cazul acidului ascorbic, faţă de valorile determinate la aceleaşi soiuri de mere, păstrate numai 150 de zile în condiţii frigorifice normale.

În cazul fructelor recoltate la maturitatea deplină au loc reacţii de biodegradare care determină trecerea la faza de senescenţă. Aceste reacţii au loc şi în fructele recoltate înainte de maturitate, dar care au fost păstrate la temperaturi ridicate o perioadă îndelungată de timp.

Aceste reacţii de biodegradare implică antocianii şi substanţele fenolice, care prin oxidare şi polimerizare formează melanine, ce conferă culoarea anormală caracteristică. Biodegradarea substanţelor pectice determină scăderea fermităţii fructelor, iar biodegradarea acizilor organici şi a glucidelor solubile determină formarea unui gust anormal.

BIBLIOGRAFIE

Abbott, D.L. – Proc. 18-th Int. Hort. Congr., 1970, 1–57.

Abbott, D.L. – în Physiology of tree crops. Luckwill şi Cutting edit. Londra.

Abeles, F.B. – Ethylene in plant biology. New York, Londra, 1973.

Abeles, F.B., Biles, C.L. – Plant. Physiol., 1991, 96, 19.

Aguirre, R., Blanco, A. – Acta Hortic., 1990, 1, 227–231.

Aguirre, R., Blanco, A. – Acta Hortic., 1992, 315, 7–12.

Alscher-Herman, R., Khan, A.A. – Physiol. Plant., 1980, 48, 285–291.

Andersen, P.C., Brodbeck, B.V. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1988, 113, 242–248.

Anderson, J.D.P. ş.a. – Biochem. J., 1961, 81, 149–154.

Anet, E.F. – J. Sci. Food. Agric., 1972, 23, 605.

Antoniuk, N.N. – Anatomo-morfologhiceskie osobennosti organogheneza greţkogo apexa. Bul. Glavn. Bot. Sada., 1970, 77.

Archbold, D.D., Denis, F.G. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1984, 109, 330–335.

Arora, R., Wisniewski, M. – Hort Sci., 1996, 31, 923–925.

Asamoah, T.E. – Fruit tree root systems. Ph. D. Dissertation. Univ. Londra.

Atkinson, D. – Acta Hortic., 1978, 65, 79–89.

Atkinson, D., Wilson, S.A. – în Mineral nutrition of fruit trees. Atkinson, Jackson, Sharples şi Walter edit. Londra.

Atkinson, D, – Hort. Rev., 1980, 2, 462–490.

Autio, W.R. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1991, 116, 378–382.

Balboa Zavala, I., Dennis, F.G. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1977, 102, 633–637.

Baldini, E. – Arboricultura generale. Bologna, 1986.

Baldini, E. – Agricoltura ricerca, 1993, 5, 38.

Baldoni, L ş.a. – Frutticoltura generale, Roma, 1992.

Balestrieri, C. ş.a. – Eur. J. Bichem., 1990, 193, 183–187.

Barden, J.A. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1974, 99, 547–551.

Barlow, P.W. – în The Molecular Biology of Plant. Development. Smith, Grierson edit. Oxford, 1982.

Barney, D.R. ş.a. – J. Plant. Nutr., 1984, 7, 313–317.

Batjer, L.P., Rogers, B.L. – Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1953, 62, 119–122.

Bayonove, C. – Facteurs et regulation de la maturation des fruits. Colloques internationoux. CNRS. Paris, 1975, 327–333.

Bălan, V. şi *Ivaşcu A.* – Hortinform., 1993, 17, 30.

Bearder, J.R. ş.a. – Tetrahedron Lett., 1975, 9, 669–670.

Ben Arie, R. ş.a. – Plant. Sci. Lett., 1982, 24, 239–247.

Bergamini, A. şi *Cobianchi, D.* – Il pero. Bologna, 1986.

Bernier, G. – Ann. Rev. Plant. Physiol. Plant Mol. Biol., 1988, 39, 175–219.

Bernier, G. ş.a. – The Plant. Cell., 1993, 5, 1147–1155.

Biale, B.J. – Ann. Rev. Plant. Physiol., 1950, 1, 183–206.

Bibicu, M. ş.a. – Lucrări ştiinţifice ICDVPH, vol. XXIII, 1992, 57–63.

Bignami, C. şi *Natali, S.* – Giornate Sci. SOI. Ravello, 1992, 174–175.

Bignami, C. ş.a. – Giornate Sci. SOI. Ravello, 1994, 65–66.

Bishop, D.G. ş.a. – în Photosynthesis and Photorespiration. Hatch, Osmond, Slatyer edit. New York, Londra, Sydney, Toronto, 1971.

Blanchet, P. – L'Arboriculture fruitiere, 1994, 473, 19–23.

Blanco-Brana, A. – *Proc. 21 st. Int. Hort. Congr., 1982, 1, 1074.*

Blanpied, G.D. – Plant. Physiol., 1972, 49, 627–630.

Blanpied, G.D. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1975, 100, 198–200.

Bonamy, P.A., Dennis, F.G. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1977, 102, 23–26.

Bonner, J., Varner, J.E. – Plant. Biochemistry. New York, Londra, 1965.

Boroş, R. – Gyumolestarolaş. Budapesta, 1970.

Boynton, D.D., Oberly, G.H. – în Temperature to tropical fruit nutrition. Childers edit. Rutgers Univ., 1966.

Bramlage, W.J. – Acta Hortic., 1993, 326, 15–28.

Brooks, C., Hardley, C.P. – J. Agric. Res., 1934, 49, 55–69.

Brown, C.S. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1985, 110, 696–701.

Buban, T. – în Gumolesfok viragzashiologiaya es termekenyulesc. Budapesta, 1980.

Buban, T., Faust, M. – Hort. Rev., 1982, 4, 174.

Buchloh, G., Neubeller, J. – Erwerbsobstbau, 1974, 16, 69–72.

Buchloh, G. – Beitr. Biol. Plf., 1962, 37, 183–240.

Bumbac, E. – Lucrări ştiinţifice ICHV, 1968.

Bumbac, E. – Lucrări ştiinţifice ICP, 1975, 4, 11–128.

Burke, M.J. ş.a. – Ann. Rev. Plant. Physiol., 1975, 27, 507–528.

Burzo, I., Gherghi, A. – Lucrări ştiinţifice ICVLF, vol. VIII, 1977, 161.

Burzo, I. – Fiziologia şi tehnologia păstrării produselor horticole. Bucureşti, 1986.

Burzo, I. ş.a. – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B, vol. XXXI, 1988, 86–93.

Bussi, S.L.C., Defrance, H. – Rev. suisse Vitic. Arboric. Hortic., 1991, 23, 147–153.

Cain, J. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1973, 98, 357–362.

Calausi, M, Masia, A. – Giornate Scientifiche SOI. Ravello, 1992, 496–497.

Callaway, A.S. – Analyses of translational products correlated with rest release of Prunus persica. M.S. thesis Univ. Georgia, 1988.

Capellini, P., Dettori, M.T. – Acta Hortic., 1992, 315, 71–80.

Capellini, P. ş.a. – Giornate Scientifiche SOI. Ravello, 1992, 370.

Carrera, M. – Riv. Fruttic Ortofloric., 1994, 3, 41–43.

Casadoro, D. ş.a. – Goirnate Scientifiche SOI. Ravello, 1992, 474–475.

Catania, M. ş.a. – Giornate Scientifiche SOI. Ravello, 1992, 179.

Chain, J. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1973, 98, 357–363.

Chalmers, D.J. ş.a. – Aust. J. Plant. Physiol., 1975, 2, 635–645.

Chalmers, D.J. ş.a. – în Water deficit and plant growth, vol. 7. Kozlowski edit. New York, 1983.

Chandler, W.H. – Bot. Gaz., 1937, 98, 625–646.

Chen, P.M. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1985, 110, 16–20.

Chien, Y. – Post harvest News and Inform., 1991, 3, 165–168.

Chong, C.W. ş.a. – J. Hort. Sci., 1972, 95, 339.

Clijsters, H. – Progr. Photosynth. Res., 1969, 1, 388–395.

Cole, M.E. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1982, 107, 226–231.

Come, D. – 3-e Colloque sur les Recherches Fruitieres. Bordeaux, 1983, 79–88.

Come, D. – Les vegetaux et le froid. Paris, 1989.

Corelli, G. ş.a. – Giornate Scientifiche SOI. Ravello, 1994, 245–246.

Corelli, L., Sansavini, S. – Acta Hortic., 1989, 243, 159–174.

Couranjou, J. – Fruits., 1983, 10, 705–727.

Cowan, I.R., Milthrope, F.L. – în Water deficients and plant growth. Kozlowski edit. Londra, New York, 1968, 137–193.

Cowart, F.F. – Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1936, 33, 145–148.

Crabbe, J. – 23rd. Int. Hort. Congr. Florenţa Abstr. 2221, 547.

Creasy, L.L. – Phytochem., 1968, 7, 1743–1745.

Cregoe, B.A. ş.a. – Acta Hortic., 1993, 326, 184.

Crespo, H.M. ş.a. – Planta, 1979, 147, 257–263.

Cresti, M. – Planta, 1977, 136, 239–247.

Crews, C.E. ş.a. – Planta, 1975, 126, 97–104.

Crisosto, C.H. ş.a. – Hort. Sci., 1994, 29, 1169–1171.

Crouzet, J. – 6-e Colloque sur les recherches fruitieres. Bordeaux,1986, 191–202.

Crowe, L.K. – Heredity, 1964, 19, 435–457.

Cruiziat, P. – Revue Hortic., 1995, 363, 17–23.

Dautlick, T. K., Young, E. – Hort. Sci., 1994, 29, 445.

Davies, D.D. – Adv. Bot. Res., 1981, 8, 65–68.

Dawidowicz-Grzegorzewska, A., Lewak, S. – New Phytol., 1978, 81, 99–103.

Dawies, W.P., Lewis, B.G. – Ann. Bot., 1981, 47, 409–414.

Dawson, D.M. ş.a. – Proc. Aust. Postharvest Conf., 1991, 5.

Deckers, T. – Le Fruit Belge, 1983, 404, 318.

Deckers, T., Missotten, C. – Acta Hortic., 1993, 326, 39–48.

DeJong, T.M. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1983, 108, 303–307.

DeJong, T.M. – 3rd Int. Meeting on Regulation of Photosynthesis in fruit crops. Perugia, 1990, 47–57.

Dennis, F.G. – Hort. Science, 1987, 22, 820–824.

Dennis, F.G. – Hort. Science, 1994, 29, 1249–1255.

Denny, E.G. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1986, 111, 549–553.

Derbyshire, E. ş.a. – Phytochemistry, 1976, 15, 3–24.

Dermen, H. – Amer. J. Bot., 1973, 60, 283–291.

Dettori, S. – Acta Hortic., 1985, 171, 181–186.

Diaz, D.H. şi *Martin, G.C.* – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1972, 97, 651–654.

BCU CLUJ - UNIVERSITY LIBRARY

Diaz, D.H. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1981, 106, 513–515.

Dilley, D.R. – Hort. Sci., 1969, 4, 111–113.

Dilley, D.R. – J. Food Chem., 1972, 30, 316–321.

Dilley, D.R. ş.a. – Acta Hortic., 1993, 326, 325–334.

Dimik, P.S., Hoskin, J.C. – Critical Rev. in Food Sci. and Nutr., 1983, 18, 387–409.

Dhinsa, R.S., Bewley, J.D. – J. Exp. Bot., 1976, 27, 513–523.

Dodd, M.C. – Dicidous Fruit Grower., 1984, 34, 255–256.

Domes, W., Bertsch, A. – Planta., 1969, 86, 84–91.

Douce, R., Day, D.A. – Encycl. Plant. Physiol., vol. 18. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1985.

Dozier, W.A., Barden, J.A. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1971, 96, 786–788.

Drobak, B.H., Ferguson, I.B. – Biochem. Biophys. Res. Comm., 1985, 130, 1241–1246.

Edgerton, L.J., Hoffman, M.B. – Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1952, 60, 155–159.

Eickholtz, D.A. ş.a. – Plant. Physiol., 1983, 96, 63.

Eksteen, G.J., Ginsburg, L. – 1977, 27, 46–49.

Elliott, M.C. – în Plant. Growth Regulation. Pilet edit. Berlin, Heidelberg, New York, 1977.

Erez, A. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1971, 96, 519–522.

Evans, P.T., Malmberg, R. – Ann. Rev. Plant. Physiol., 1989, 40, 235–269.

Fallahi, E., Fellman, J.K. – Hort. Sci., 1966, 31, 613.

Faust, M. – Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1965, 87, 1–15.

Faust, M. ş.a. – Bot. Rev., 1969, 35, 168–194.

Faust, M. ş.a. – Hort. Sci., 1976, 11, 59–60.

Faust, M. – Physiology of Temperate Fruit Trees. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1989.

Faust, M. ş.a. – Hort. Sci., 1991, 26, 887–890.

Faust, M., Shear, C.B. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1972, 97, 434–439.

Ferguson, I.B. – Plant. Cell and Environ, 1984, 7, 477–489.

Ferree, D.C. ş.a. – 3-rd. Meeting on Regulation of Photosynthesis in Fruit Crop. Perugia, 1990, 109–115.

Fideghelli, C. – La moderna potatura. Roma, 1983.

Fideghelli, C. – Frutticoltura speciale. Roma, 1991.

Fidler, J.C. – J. Exp. Bot., 1968, 19, 41–47.

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Firshey, C.G., Elving, D.C. – Hort. Rev., 1989, 11, 229–287.

Fleckinger, J. – Phenologie et Arboriculture fruitiere. Bon jardinier, tom 1, Paris, 1967.

Flore, J.A., Gucci, R. – Riv. di Fruttic., 1988, 4, 63–68.

Forlani, M., Di Vaio, C. – Acta Hortic., 1992, 315, 89–96.

Fosket, D.E. – Plant. Growth and Development.San Diego, New York, Boston, Londra, Sydney, Tokyo, Toronto, 1994.

Frankland, B., Wareing, P.F. – J. Exp. Bot., 1966, 17, 596–611.

Fregoni, M., Roversi, A. – Inf. Ortofruttic., 1968, 10, 12–14.

Frenkel, C. ş.a. – Plant. Physiol., 1968, 43, 1146–1153.

Frenkel, C. – Plant. Physiol., 1972, 49, 757–763.

Frenkel, C. – XIX Int. Hort. Congr. Varşovia, 1974, 103–118.

Frenkel, C. – Z. Ernahrrungswiss., 1979, 18, 209–212.

Fujii, J.A., Kennedy, R.A. – Plant. Physiol., 1985, 78, 519–524.

Fujii, T., Nito, N. – J. Jpn. Soc. Hort. Sci., 1972, 41, 1–10.

Galston, A.W. – Hort. Rev., 1983, 14, 303–356.

Gaudillere, J.P. – Acta Hortic., 1991, 283, 163–172.

Gaudillere, J.P., Moing, A. – Acta Hortic., 1992, 315, 103–110.

Gaudillere, J.P., Moing, A. – Giornate Scientifiche SOI. Ravello, 1992, 372.

Gautier, M. – L'Arboriculture fruitiere, 1990, 433, 67–69.

Georgilopoulos, D.N., Gallois, A.N. – Z. Lebensm.Forsch., 1987, 184, 374–380.

Gerhardt, F., Sainsbury, G.F. – Proc. Wasington State Hortic. Assoc., 1952, 48, 97–100.

Germain, E., Dimoulas, J. – Congres national des societes savantes. Bordeaux, 1979, 435–446.

Gherghi, A. ş.a. – Biochimia şi fiziologia legumelor şi fructelor. Bucureşti, 1983.

Ginsburg, L. – Bull. Inst. Int. du Froid, 1961, 1, 93–104.

Given, N.K. ş.a. – Plant. Physiol., 1988, 133, 25–30.

Given, N.K. ş.a. – Planta, 1988, 174, 402–406.

Gjurcheva, J. – Mineral nutritio of plants. Sofia, vol. V, 1988, 367–370.

Gleen, G.M. ş.a. – Plant. Cell Physiol., 1988, 29, 565–572.

Graell, J. ş.a. – Acta Hortic., 1993, 326, 47–53.

Graell, J. ş.a. – Acta Hortic., 1993, 326, 277–284.

Green, C.D. ş.a. – Hort. Sci., 1996, 31, 647.

Greene, D.W., Lord, W.J. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1983, 108, 590–595.

Greene, D.W. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1991, 116, 807–812.

Greene, D.W., Autio, W.R. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1989, 114, 68–73.

Golisz, A. – Acta Agrobot., 1971, 24, 217–224.

Gonzalez-Bernaldez, F. ş.a. – Protoplasma, 1968, 65, 255–262.

Goode, J.E., Higgs, K.H. – J. Hort. Sci., 1973, 48, 203–215.

Goodwin, T.E. – Biochem. J., 1958, 68, 503–511.

Goren, R., Monselise, S.P. – J. Hort. Sci., 1965, 40, 83–87.

Grierson, D. ş.a. – Nucleic Acid Res., 1986, 14, 8595–8603.

Gross, J.A. ş.a. – Z. Planzenphysiol., 1978, 89, 321–332.

Gucci, R., Grappadelli, L.C. – Riv. Fruttic. Ortofloric., 1989, 12, 75–80.

Gucci, R., Flore, A. – Riv. Fruttic. Ortofloric., 1989,2, 13–19.

Gucci, R. ş.a. – Riv. Fruttic. Ortofloric., 1990, 8 – 9, 75–80.

Gucci, R., Flore, J.A. – 3-rd. Int. Meeting on Regulation of Photosynthesis in Fruit Crop. Perugia, 1990, 91–97.

Gunning, B.E.S., Pate, J.S. – Protoplasma, 1969, 68, 107–133.

Gur, A. ş.a. – Hort. Res., 1968, 8, 113–134.

Habib, R. – 3-e. Coloque sur les Recherches Fruitieres. Bordeaux, 1983, 117–140.

Hall, E.G., Scott, K.J. – Agric. Gazette of New South Walles, 1964, 75, 1216–1221.

Hall, E.G., Scott, K.J. – Storage and market diseases of fruit. Melburne, 1977.

Hansen, P., Stoyanov S. – Tidsskr. Planteval., 1972, 76, 646–652.

Hanson, E.J. – Adv. Plant. Nutr., 1984, 1, 149–208.

Hashim, J. ş.a. – Ann. Bot., 1980, 45, 681–692.

Heide, O.M. – J. Plant. Physiol., 1977, 40, 21–26.

Heinicke, D.R. – Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1963, 83, 1–11.

Hermann, C. – Acta Hortic., 1989, 258, 89–96.

Herrero, J. – 87–eme. Congr. Pomol. Int. Namur., 1956, 17–28.

Herrmann, K. – Der Erverbsobstbau, 1974, 16, 1–5.

Herrmann, K. – Erwerbsobstbau, 1991, 33, 174–180.

Herrmann, K. – Erwerbsobstabau, 1992, 34, 168–172.

Hewett, E.W. – Scientia Hortic., 1984, 23, 59–66.

Hilkenbaumer, F. – Obstlagerung grundlagen durschfuhrung und Kosten. Berlin, Hamburg, 1962.

Hill-Cottingham, D.G., Lloyd-Jones, C.P. – Physiol. Plant., 1973, 29, 39–44.

Hochachka, P.W., Somero, G.N. – Strategies of biochemical adaptation. Philadelphia, 1973.

Hooping, M.E., Bukovac, M.J. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1975, 100, 384–386.

Huber, D. J. – J. Food. Sci., 1984, 49, 1310–1315.

Huberman, M., Goren, R. – Physiol. Plant., 1979, 66, 25–42.

Hulme, A.C., Wooltorton, L.S.C. – Nature, Londra, 1962, 196, 388.

Hulme, A.C. – The Biochemistry of the Fruits and their Products. Londra, New York, 1970.

Hurley, A.K. ş.a. – Hort. Science, 1986, 21, 1029–1031.

Husein, I.A., Slack, D.C. – Hort. Sci., 1994, 29, 79–81.

Hsiao, T.C. – Ann. Rev. Plant. Physiol., 1973, 24, 519–570.

Ibrahem Ahmed, K.A. ş.a. – Fruit Sci. Rep., 1983, 10, 173–179.

Iovchev, I. Stoilov, G. – Mineral nutrition of plants. Sofia, vol. V, 1988, 327–329.

Ito, H., Saito, T. – Tohoku J. Agric. Res., 1962, 13, 191–203.

Jackson, D.I., Coombe, B.G. – Science, 1966, 154, 177–278.

Jackson, J.E. – J. Apl. Ecol., 1970, 7, 207–213.

Jackson, J.E. – Acta Hortic., 1980, 114, 69–79.

Jacoboni, A., Pinnola, I.M. – Riv. Fruttic. Ortofloric., 1994, 3, 65–72.

Janes, H.W. ş.a. – Bot. Gaz., 1978, 139, 50–52.

Jarvis, B.C. ş.a. – Plant. Physiol., 1968, 43, 1734–1736.

Jarvis, B.C. – New Phytol., 1975, 75–491–494.

Jarvis, B.C., Wilson, D.A. – Planta, 1978, 138, 189–191.

Jesko, T. – în Physiology of the Plant. Root System. Kolek şi Kozinka edit. Dordrecht, Boston, Londra, 1991.

Jones H.C., Fangul, L. – în Efects of Stress on Photosynthesis. Marcelle, Clijsters şi Van Ponks edit. Haga, 1983.

Jones, H.C. ş.a. – Hort. Rev., 1985, 7, 301–344.

Kandler, O, Hopf, H. – în The Biochemistry of Plants, vol. II. Stumf şi Con edit. Londra, New York, 1980, 221–270.

Kandler, O, Hopf, H. – în The Biochemistry of Plants. vol. II. Stumf şi Con edit. Londra, New York, 1980, 221–270.

Kang, S.M., Titus, J.S. – Physiol. Plant., 1980, 50, 291–297.

Kang, S.M., Titus, J.S. – Physiol. Plant., 1981, 53, 239–244.

Kannangara, C.G., Woolhouse, H.W. – New Phytol., 1968, 67, 533–542.

Kano, Y., Asahira, T – J. Jpn. Hort. Sci., 1979, 50, 31–36.

Kappel, F., Flore, J.A. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1983, 11, 160–164.

Kennedy, R.A., Johnson, D. – Photosynt. Res., 1981, 2, 213–223.

Kester, D.E. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1994, 119, 106–109.

Keulemans, J. – Le Fruit belge, 1984, 413, 43–52.

Keulemans, J. – Acta Hortic., 1984, 149, 95–101.

Khan, A.A. ş.a. – Biochem. Biophys. Res. Comm., 1968, 33, 391–396.

Khan, A.A., Heit, C.E. – Biochem. J., 1969, 113, 707–712.

Kidd, F., West, C. – Proc. R. Soc. Londra, Ser. B., 1930, 106, 93–109.

Kidd, F., West, C. – Plant. Physiol., 1945, 20, 467–504.

Kleiber, D. – L'Arboriculture fruitiere, 1993, 460, 26–29.

Klein, J.D., Faust, M. – Hort. Sci., 1978, 13, 164.

Klepper, L., Hageman, R.H. – Plant. Physiol., 1969, 44, 110–114.

Kolesnikov, V. – The rot sistem of fruit plants. Moskova, 1971.

Kopecky, F. ş.a. – J. Biol. Plant., 1975, 17, 81–87.

Kreutz-Jeanmarie, C., Dexheimer, J. – Proceedings of the 1st European Symposion on Mycorrhisae. Dijon, 1985, 285–290.

Kriedemann, P.E., Canterford, R.L. – Austr. J. Biol. Sci., 1971, 24, 197–205.

Kumar, S. – Plant. Physiol. and Fruit Grower., 1987, 40, 10–13.

Kupermann, F.M. – Biologhiceski kontrol v.s. selskohoziaistvennâh kultur. Izd. Mosk. Univ., 1961.

Lain, O., Pitaco, L. – Giornate Scentifiche SOI, Ravello, 1992, 184–185.

Lakso, A.N., Musselman, R.C. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1976, 101, 642–650.

Lakso, A.N. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1979, 104, 58–60.

Lakso, A.N. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1982, 109, 554–557.

Lakso, A.N. – Acta Hortic., 1985, 171, 275–289.

Lakso, A.N. – Symp. Proc. Publ. New York State Agr. Exp. Sta. Geneva, New York., 1986, 6–13.

Landsberg, J.J. ş.a. – J. Appl. Ecol., 1975, 12, 659–684.

Lang, G.A. ş.a. – Hort. Sci., 1985, 20, 809–812.

Lang, G.A., Tao, J. – Hort. Sci., 1990, 25, 1068.

Lang, G.A., Tao, J. – Hort. Sci., 1991, 26, 733.

Larcher, W. ş.a. – în Temperature and life. Precht, Christopherson, Hensel, Larcher edit. Berlin, Heidelberg, New York, 1973, 195–292.

Larsen, M., Poll, L. – Z. Lebensm. Unters. Forsch., 1992, 195, 120–123.

Laukes, C. – Acta Hortic., 1985, 171, 305–309.

Laux, T., Jurgens, G. – The Plant. Cell., 1997, 9, 989–1.000.

Lazarov, I. – Mineral nutrition of plants. Sofia, 1984, 245–248.

Lecce, D.R. ş.a. – Plant. Physiol., 1972, 49, 725–728.

Legave, J.M. ş.a. – 3-e. Colloque sur les Recherches Fruitieres. Bordeaux, 1983, 63–78.

Le Lezec, M ş.a. – L'Arboriculture fruitiere, 1997, 511, 41–47.

Lenz, F. – în The regulation of photosynthesis in Fruit Trees. Lakso şi Lenz edit. New York,1986, 101–105.

Leshem, Y., Halevy, A., Frenkel, K. – Process and Control of Plant. Senescence. Amsterdam, Oxford, New York, Toronto, 1986.

Letham, D.S., Williams, M.W. – Physiol. Plant., 1969, 22, 925–936.

Levitt, J. – Responses of Plant. to Environmental Stresses. New York, 1972.

Lewak, S. ş.a. – Physiol. Veg., 1975, 13, 13–22.

Lieberman, M. – Postharvest Physiology and Crop Preservation. New York, Londra, 1983.

Lilien-Kipnis, H., Lavee, S. – J. Hort. Sci., 1971, 46, 103–110.

Little, C.R. ş.a. – Hort. Sci., 1985, 20, 1080–1082.

Liu, D. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1991, 116, 689–692.

Lloyd, J., Firth, D. – Hort. Sci., 1990, 25, 1575–1578.

Loesecke, H. – Bananas. New York, Londra, 1949.

Looney, N.E. ş.a. – Aust. J. Plant. Physiol., 1974, 1, 77–80.

Lord, W.J. ş.a. – Compact Fruit Tree, 1979, 12, 23–29.

Low, P.S., Chandra, S. – Ann. Rev. Plant. Physiol. Plant. Mol. Biol., 1994, 45, 603–631.

Luckwill, L.C. ş.a. – J. Hort. Sci., 1969, 44, 413–424.

Luckwill, L.C. – în Physiology of Tree Crops. Luckwill şi Cutting edit. Londra, 1970.

Luckwill, L.C. – Proc., 19-th. Int. Hort. Congr., 1974, 3, 237.

Luxova, M., Ciamporova, M. – în Physiology of the Plant. Root System. Dordrecht, Boston, Londra, 1992.

Lyons, J.M. – Ann. Rev. Plant. Physiol., 1973, 24, 445–458.

Lynch, J.M. – The Rhizosphere. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 1990.

Machieix, J.J., Fleuriet, A. – 4-e. Colloque sur les Recherches Fruitieres, Bordeaux, 1984, 123–137.

Maggs, D.H. – J. Hort. Sci., 1965, 40, 249–265.

Mahhon, A., Dennis, F.G. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1994, 119, 131–135.

Mahsen, J.S. – Studiul comportării în cultură a principalelor soiuri de prun în condiţiile din Câmpia Română. Teză de doctorat. IANB, Bucureşti,1981.

Manakasem, Y., Goodwin, P.B. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1989, 123, 513–517.

Mannini, P., Gallina, D. – Giornate Scientifiche SOI, Ravello, 1992, 32–33.

Manolow, P. ş.a. – Gradinarska Lozarska Nauka, 1977, 14, 45–51.

Maragnoni, B., Rombola, A.D. – Il giornate scientifiche SOI, Ravello, 1994, 419–420.

Marini, R.P., Marini, M.C. – J. Amer. Soc. Hort. Sci, 1983, 108, 609–613.

Marini, R.P., Slowers, D.L. – Hort. Science, 1990, 25, 331–334.

Marschner, H. – Mineral Nutrition in Higher Plants, New York, 1986.

Martin, G.C. – în Plant. Physiology, vol. X. Treatise edit., New York, 1991.

Masseron, A., Trillot, N. – Le poirier. Ctifl, Paris, 1991.

Mayer, A.M., Poljakoff-Mayber, A. – The Germination of Seeds, Oxford, New York, Toronto, Sidney, Paris, Frankfurt,1983.

Mănescu, C., Baciu, E., Cosmin, S. – Controlul biologic în pomicultură, Bucureşti, 1975.

McMurchie, E.J. ş.a. – Nature, 1972, 287, 235–236.

Merlo, L. ş.a. – J. Hort. Sci., 1991, 66, 27–33.

Meydrech, B. – Structure of the Seed and Developmental Anatomy of Prunus persica. These Universite Floride Okinawa, 1967.

Mihăiescu, E. – Pomicultură specială. Bucureşti, 1977.

Mika; A. – Hort. Res., 1969, 9, 93–102.

Mika, A. ş.a. – Fruit Sci. Rep., 1977, 4, 1–5.

Mika, A., Antoszewsky, R. – Biol. Plant. (Praga), 1973, 15, 202–207.

Mika A. ş.a. – Research Inst. of Pomology and Fruitology. Skierniewice. Report for 1975–1981.

Mika, A. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1983, 108, 655–660.

Mika, A. – Hort. Rev., 1986, 8, 337–379.

Miller, A.N. – Ph. D. Dissertation Univ. of. Maryland. College Park, 1986.

Miller, A.N., Walsh, C.S. – Plant. Growth Regulation, 1990, 9, 37–46.

Mistrik, I. ş.a. – în Physiology of the Plant. Root System. Kolek şi Kozinka edit. Drdrecht, Boston, Londra, 1992.

Moing, A. – 6-eme. Colloque sur les Recherches Fruitieres, Bordeaux, 1986.

Monet, R., Bastard, Y. – C.R. Acad. Sci. Paris, 1986, 266, 1845–1848.

Monet, R. – Le pecher. Genetique et physiologie. Paris, 1983.

Monzini, A., Gorini, F. – Atti del congresso sul problemi della conservazione delle frutta, Bolzano, 1967.

Moore, R. – Dev. Comp.Immunol., 1981, 5, 377–389.

Moore, R. – Can. J. Bot., 1982, 60, 2780–2787.

Moore, R. – Amer. J. Bot., 1983, 70, 226–231.

Moore, R. – Amer. J. Bot., 1984, 71, 752–758.

Moras, P., Chapon, J.F. – Entreposage et conservation des fruits et legumes. Paris, 1983.

Morgan, P.V. – în Ethylene. Fuchs şi Calutz edit., Haga, 1984.

Mosse, B. – Tech. Comm. 28. Comm. Bur. Hortic. and Plant. Crops., 1962, 28, 36.

Murakami, S. – Electron Microsc., 1992, 41, 424–433.

Natali, S. ş.a. – Riv. Ortoflorfruttic. It., 1983, 67, 329–341.

Negrilă, A. – Pomicultură. Bucureşti, 1982.

Negum, F.B., Loescher, W. – Plant. Physiol., 1979, 67, 139–142.

Neri, D., Scudellari, D. – Riv. Fruttic. Ortofloric., 1994, 6, 57–61.

Nicola, N. ş.a. – Il giornate scientifiche SOI. Ravello,1994, 71–72.

Niederholzer, F.J.A. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1991, 116, 981–986.

Noode, L.D. – în Senescence in Plants. Thimann edit. Boca Raton–Florida, 1980.

Nooden, L.D. – Physiol. Plant., 1984, 62, 273–284.

Noorton, R.L. – Ann. Rep. N.Y. State Hort. Soc., 1980, 110, 35–47.

Nyeki, J. – Gyumolcsfok virogzasbiologiaja eş termekenyulese, Budapesta, 1980.

Oberly, G.H. – Proc. New York State Hort. Soc., 1963, 80, 149–151.

Osborn, D. – Sci. Hortic., 1978, 30, 1–13.

Palfi, G. ş.a. – Fiziol. Rastenii, 1973, 20, 233–238.

Paliyath, G. ş.a. – Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 1984, 81, 2065–2069.

Palmer, J.W. – J. Appl. Ecol., 1977, 14, 505–512.

Palmer, J.W. – Acta Hortic., 1981, 114, 80–89.

Pan, O, Quebedeaux, B. – Hort. Sci, 1994, 29, 445.

Pantastico, E.B. – Postharvest Physiology Handling and Utilisation of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables, Wesport–Connecticut, 1975.

Paris, N. – L'arboriculture fruitiere, 1998, 520, 37–40.

BOTANICAL GARDEN LIBRARY

Parnia, C. ş.a. – Lucrări ştiinţifice ICPC–Piteşti, 1979, 8, 207–221.

Patterson, B.D. ş.a. – Aust. J. Plant. Physiol., 1981, 71, 400–403.

Pech, J., Fallot, J. – Annales de tehnologie agricola, 1972, 1, 34–37.

Percival, D.C. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci, 1996, 121, 838–845.

Perez, J.R., Kliewer, W.M. – J. Amer. Soc. Hort. Sci, 1978, 103, 246–250.

Perez, A.G. ş.a. – J. Agric. Food Chem, 1992, 40, 2232–2235.

Perring, M.A., Preston, A.P. – J. Hort. Sci, 1974, 49, 85–93.

Perring, M.A. – J. Sci. Food Agric, 1985, 36, 333–342.

Perring, M.A. ş.a. – J. Sci. Food Agric., 1985, 36, 1035–1038.

Piretti, M. ş.a. – Riv. Fruttic., 1994, 6, 73–76.

Pitman, M.G. – Ann. rev. Plant. Physiol., 1977, 28, 71–88.

Pitzalis, M.S., Jacoboni, A. – Riv. Fruttic. Ortofloric., 1990, 4, 73–77.

Pollock, B.M., Olney, H.O. – Plant. Physiol., 1959, 34, 131–142.

Poovaiah, B.W. – Acta Hortic., 1993, 326, 139–147.

Popescu, M. – Cercetări privind cultura speciilor de cais şi prun pe nisipurile din stânga Jiului. Teză de doctorat IANB, Bucureşti, 1965.

Pratella, G. – Informatore fitopatologico, 1983, 33, 17–25.

Prebsting, E.L. – Hort Sci., 1970, 5, 422–424.

Pressey, R., Avants, J.K. – Phytochemistry, 1976, 116, 1349–1351.

Proctor, J.T.A. ş.a. – Canad. j. Bot., 1972, 50, 1731–1739.

Proctor, J.T.A. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1976, 101, 579–582.

Purvis, A.C., Yelenosky, G. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1982, 107, 222–226.

Ramina, A., Tonutti, P. – Riv. Fruttic., 1989, 2, 7–12.

Ramina, A. ş.a. – Giornate Scientifiche SOI. Ravello, 1994, 205–205.

Reid, M.S., Bielski, R.L. – în Mechanism of Regulation of Plant. Growth. Bielski, Ferguson şi Cresswell edit. Wellington, 1974, 823–830.

Rhodes, M.S.C. – în Senescence in Plants. Thimann edit. Boca Raton–Florida, 1980.

Richard, D., Rowe, R.N. – Ann. Bot., 1977, 41, 1211–1216.

Richard, E.C. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1994, 1, 12–19.

Riov, J., Goren, R. – Plant. Cell Environ., 1971, 2, 83–89.

Rodriguez, A.J. ş.a. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1994, 119, 789–792.

Rom, C.R. – The rol of apple spur leaves. Ph. D. Thesis. Ohio State Univ., 1984.

Rom, C.R., Ferree, D.C. – Hort. Sci., 1986, 4, 1026–1028.

Rom, C.R. – 3rd Int Meeting on Regulation on Photosynthesis in Fruit Crops. Perugia, 1992.

Roper, T.R., Kennedy, R.A. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1986, 111, 938–941.

Rouskas, D., Hugard, J. – 1-er. Colloque sur les Recherches Fruitieres. Bordeaux, 1981, 181–196.

Roversi, A. – Riv. Fruttic. Ortofloric, 1994, 6, 53–55.

Rowe, R.N., Catatin, P.B. – J. Amer. Soc. Hort. Sci, 1971, 96, 305–307.

Rudnicki, R. – Planta (Berlin), 1969, 86, 63–68.

Rumayor, A.F. – Ann. Meeting of the Am. Soc. of Plant. Physiologists. Univ. Davis, 1984.

Russel, R.S. şi *Clarkson, D.T.* – în Perspectives in experimental biology, vol. 2. Sunderland edit. New York, 1976, 401–411.

Ryan, C.A. ş.a. – Plant. Physiol., 1981, 68, 616–618.

Ryugo, K. – Riv. Fruttic. Ortofloric., 1990, 11, 27–31.

Sabrana, C., Vitagliano, C. – Riv.Fruttic. Ortofloric., 1990, 3, 61–66.

Sachs, R.M. – Hort. Sci., 1977, 12, 220.

Sakai, T., Yoshida, S. – Cryobiology, 1968, 5, 160–174.

Sams, C.E., Flore, J.A. – Amer. Soc. Hort. Sci., 1982, 107, 339–344.

Sams, C.E., Flore, J.A. – Photosynthesis Res., 1983, 4, 307–317.

Sams, C.E., Conway, W.S. – Acta Hortic, 1993, 326, 123–129.

Sanderson, G.W., Graham, H.N. – J. Agr. Food. Chem, 1973, 21, 576–585.

Sansavini, S. – Riv. Fruttic. Ortofloric., 1967, 51, 103–112.

Sansavini, S. – Univ. Bologna Publ., 1969, 175, 267–302.

Scalabrelli, G. ş.a. – Acta Hortic., 1992, 315, 187–195.

Schulz, H. – Untersuchungen uber die Farbstoffverlanderungen in Apfelfruchten. Diss. Sc. MLU Halle, 1969.

Sestak, Z., Vaclavik, J. – în Water Stress in Plants. Slavik edit. Haga, 1965.

Seymour, G.C., Taylor, J.E., Tucker, A. – Biochemistry of Fruit Ripening. Londra, New York, Tokyo, Melburn, Madras, 1993.

Sharples, R.O. – în The Biology of Apple and Pear Storage. Londra, 1973, 173–225.

Shear, C.B., Faust, M. – Plant. Physiol., 1970, 45, 670–674.

Shear, C.B. – Plant. Analysis and Fertilizer Problems, 1974, 2, 427–436.

Shimomura, T., Fusihara, K. – J. Jpn. Soc. Hort. Sci, 1977, 45, 397–406.

Shishkanu, G.V. – Fotosinteticheskaia deiatelnost iabloni, slivi v usloviah Moldavii. Chişinău, 1970.

Silva, A., Patterson, K. – Hort. Sci., 1996, 31, 951–954.

Simmonds, J.A., Dumbroff, E.B. – Plant. Physiol, 1974, 53, 91–95.

Sinska, L, Lewak, S. – Physiol. Veg., 1970, 8, 661–667.

Sinska, I. ş.a. – Planta (Berlin), 1973, 114, 359–364.

Sinska, L., Lewak, S. – Plant. Sci. Lett., 1977, 9, 163–170.

Skene, D.S. – Proc. Roy. Soc. Londra, 1974, 186, 75–78.

Smock, R.M. – Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1946, 47, 67–74.

Smock, R.M. – Hort. Sci., 1977, 12, 306–308.

Smolenska, G., Lewak, S. – Planta (Berlin), 1974, 116, 361–370.

Snaith, P.J., Mansfield, T.A. – J. Exp. Bot., 1982, 33, 360–365.

Socias, L., Company, R. – Plant. Breeding., 1991, 9, 313–338.

Song, J., Bangerth, F. – Acta Hortic., 1993, 326, 131–137.

Southwick, F.W. ş.a. – Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1953, 61, 155–162.

Spaid, S.E., Morris, J.R. – J. Am. Soc. Hort. Sci, 1981, 106, 101–105.

Spanos, G.A., Wrolstad, R.E. – J. Agric. Food Chem., 1992, 40, 1478–1487.

Stepankus, P.L. – Ann. Rew. Plant. Physiol, 1984, 35, 543–584.

Stoilov, G., Iovchev, I. – Mineral nutrition of plants. Sofia, vol. V, 1988, 331–334.

Stoll, K. – Bull. Inst. Int. du Froid, 1961, 1, 217–219.

Stow, J. ş.a. – Acta Hortic., 1993, 326, 85–92.

Şuta, A., Dumitrache, I., Modoran, I. – Lucrări ştiinţifice ICAR, vol. 24. 1956, 5.

Şuta, A. – Influenţa măsurilor agrotehnice asupra creşterii şi rodirii mărului cu privire specială la realizarea echilibrului fiziologic. Teză de doctorat. IANB, Bucureşti, 1971.

Taiz, L ., Zeiger, E. – Plant. Physiology. Redwood City, California, 1991.

Tan, C.S., Buttery, B.R. – Hort. Sci., 1982, 17, 222–223.

Tang, C.S., Jenings, W.G. – J. Agric. Food Chem., 1967, 16, 252–254.

Taylor, B.H. – J. Aust. Inst. Agric. Sci., 1967, 13, 23–29.

Taylor, B.H., Ferree, D.C. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1981, 106, 389–393.

Taylor, B.H., Ferree, D.C. – J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1984, 109, 19–24.

Testoni, A. ş.a. – Giornate Scientifiche SOI. Ravello, 1994, 449–450.

Thevenot, C., Come, D. – C.R. Acad. Sci. Paris, 1978, 287 D, 11–27.

Thimann, K.V. – Senescence in Plants. Boca Raton, Florida, 1980.

Thorne, D.W., Wann, F.B. – Utah Agr. Exp. Sta. Bull., 1950, 338.

Tirlapur, U. ş.a. – Giornate Scientifiche SOI. Ravello, 1994, 207–208.

Tombesi, A. ş.a. – Frutticoltura, 1988, 11, 63–68.

Toumadje, A. şi *Richardson, D.G.* – Ann. Meeting Am. Soc. Plant. Physiologist. Davies, 1984.

Treutter, D., Feucht, W. – Acta Hortic, 1988, 227, 74–78.

Tromp, J. – J. Hort. Sci., 1982, 57, 277–282.

Tromp, J. – Le Fruit Belge, 1983, 404, 352–356.

Truter, A.B., Eksteen, G.J. – Decidous Fruit Grower, 1987, 37, 141–145.

Tuan, Y.H., Bonner, J. – Plant. Physiol., 1964, 39, 768–772.

Tufts, W.P., Harris, R.W. – Pruning Decidous Fruit Trees. California State Agr. Exp. Sta. Ext. Serv. Cir. 444.

Tukey, H.B., Young, J.O. – Bot. Gaz, 1939, 100, 732–742.

Van Staden ş.a. – Planta, 1972, 104, 110–114.

Verhey, E.M.V., Verver, F.L.J.A. – Sci. Hort., 1973, 1, 25–30.

Verner, L. ş.a. – Res. Bull. Univ. Idaho Agr. Exp. Stat., 1962, 56.

Vidaver, W., Hsiao, A.I. – Plant. Physiol., 1974, 53, 266–268.

Villiers, O.T. ş.a. – Agroplantar., 1974, 6, 33–36.

Viti, R. ş.a. – XXIII Int. Hort. Congr. Firenze, 1990, 512–513.

Wallner, S.J., Wu, M.T. – J. Am. Soc. Hort. Sci., 1986, 111, 769–773.

Wang, R.D. – Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1954, 62, 209–213.

Wang, S.Y. ş.a. – Physiol. Plant., 1985, 65, 89–94.

Wang, S.Y., Faust, M. – Israel J. Bot., 1988, 37, 227–243.

Wang, S.Y., Steffens, G. – Phytochemistry, 1989, 24, 2185–2190.

Wang, S.Y. ş.a. – J. Plant. Growth Regul., 1991, 10, 33–39.

Wang, S.Y. ş.a. – Hort Sci., 1991, 26, 171–173.

Wang, S.Y., Faust, M. – J. Am. Soc. Hort. Sci., 1994, 119, 70–73.

Warrit, B., Thorpe, M.R. – Physiol. Plant., 1977, 38, 98–104.

Webster, A.D., Looney, N.E. – Cherries. Cambridge, 1996.

Weinbaum, S.A. ş.a. – J. Am. Soc. Hort. Sci., 1989, 114, 720–723.

Weiser, C.J. – Hort Sci., 1970, 5, 403–408.

West, D.W. ş.a. – Aust. J. Biol. Sci., 1970, 23, 231–234.

Wilkinson, B.G., Fidler, J.C. – în The Biology of Apple and Pear Storage. Fiddler edit., Londra, 1973.

Williams, R.R. – Rep. Long Ashton Res. Stn. For 1965., 1966, 136–138.

Williams, P.M., Stahly, E.A. – Hort. Sci., 1968, 3, 68–69.

Williams, P.M. ş.a. – Planta, 1974, 117, 101–108.

Williams, P.M. ş.a. – Planta (Berlin), 1973, 110, 303–310.

Williams, M.V., Edgerton, L.J. – Fruit thinning of apples and pears vith chemicals. US Dept. Agr. Inf. Bull., 1981, 289.

Williams, L.E. ş.a. – 3-rd. Int Meeting on Regulation of Photosynthesis in Fruit Crops. Perugia, 1990, 81–88.

Willoughby, P., Cockroft, B. – în Proc. 2-nd. Int. Irrig. Congr. Univ. California, 1974.

Wisniewski, M., Ashworth, E.N. – Bot. Gaz, 1986, 147, 407–417.

Wood, A., Brodbeer, J.W. – New Phytol., 1967, 66, 17–26.

Wriht, S.T.C. – J. Exp. Bot., 1975, 26, 161–174.

Zabetakis, I., Holden, M.A. – J. Sci. Food Agric., 1997, 74, 421–434.

Zarska Maciejewska, B., Lewak, S. – Planta, 1976, 132, 177–181.

Zelev, I. – Gradinar Lozar. Nauka, 1972, 9, 13–18.

Zelev, I. – Gradinar. Lozar. Nauka, 1977, 14, 3–9.

Zeller, O. – Die Jahresryt mische Entwicklung von zvei verschie Probleme in Obstbau Tagungsbericate. Deut. Acad. Land. Berlin, 1962, 35.

Zimmermann, R.H., Faust M. – Plant. Physiol., 1969, 44, 1273–1276.

Zimmermann, M.H., Ziegler, H. – în Encycl. Plant. Physiol., vol. I. Pirson şi Zimmermann edit. Berlin, Heidelberg, New York, 1975, 480–503.

Zurbicki, Z. – Mineral nutrition of plant. Sofia, 1979, vol. 5, 348.

Xiloyannis, C. ş.a. – J. Am. Soc. Hort. Sci., 1980, 105, 412–415.

Xiloyannis, C. ş.a. – Giornate Scientifiche SOI. Ravello, 1992, 369–370.

Yang, S.F. – Hort Sci., 1980, 15, 238–243.

Yang, W.Q., Glenn, D.M. – Hort. Sci., 1994, 29, 310–312.

Yaniv, L. şi *Mancinelli, A.* – Plant. Physiol., 1968, 43, 117–120.

Yeoman, M.M., Brown, R. – Ann. Bot., 1976, 40, 1265–1276.

Yeoman, M.M. ş.a. – Symp. Soc. Exp. Biol., 1978, 32, 139–161.

Yeoman, M.M. – în Encycl. Plant. Physiol. Liskens şi Heslop–Harrison edit. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1984.

Young, E., Blankenship, S.M. – Hort. Sci., 1991, 26, 890–891.

BCU IAŞI

Fiziologia viţei de vie

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Introducere

Vitis vinifera este o plantă perenă din familia *Vitaceae* care se caracterizează prin prezenţa unei rădăcini pivotante, a unei tulpini scurte (butuc), din care se ramifică lăstari lungi (coarde), pe care se găsesc frunze mari, lobate. Florile dispuse sub forma unui racem dau naştere la fructe suculente (bace), de formă ovală sau sferică, care conţin mai multe seminţe.

Ciclul procesului de creştere şi de dezvoltare al plantelor de viţă de vie este prezentat în *figura 1.1.* În condiţiile climatului temperat continental, durata perioadei de vegetaţie activă este de 160–220 zile.

Înmulţirea acestei specii se poate realiza fie pe cale generativă, prin sămânţă, fie, mai frecvent, pe cale vegetativă, prin butaşi sau marcotaj.

Sămânţa de dimensiuni mici are două cotiledoane între care se găseşte embrionul alcătuit din aproximativ 200 celule meristematice (Mullins ş.a., 1994), care formează rădăciniţa, tulpiniţa şi plumula. În timpul germinării seminţelor, diviziunea celulelor meristematice asigură creşterea embrionului. Mai întâi are loc creşterea radiculei, care este urmată de creşterea tulpiniţei, în vârful căreia se află mugurul apical, din care se formează mai multe primordii foliare. Primele frunze formate

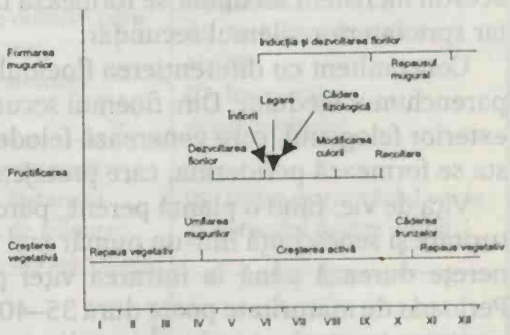


Fig. 1.1. Ciclul de creştere şi dezvoltare la viţa de vie (Shaulis şi Pratt, 1965)

au filotaxia 2/5, sunt dispuse în spirală, iar unghiul format între două frunze succesive este de aproximativ 145°. În această fază juvenilă plantula este lipsită de cârcei.

După formarea a 5–6 frunze, se face tranziţia la faza de plantă matură. Filotaxia devine distihă, cu simetrie bilaterală, iar pe tulpină se remarcă două unităţi morfologice distincte: noduri prevăzute cu muguri şi două frunze şi noduri prevăzute cu o frunză şi cu un cârcel (*Fig. 1.2.*).

Creşterea meristemului apical este de 3–4 cm/zi, la fiecare 2–3 zile formându-se câte o nouă frunză sau cârcel.

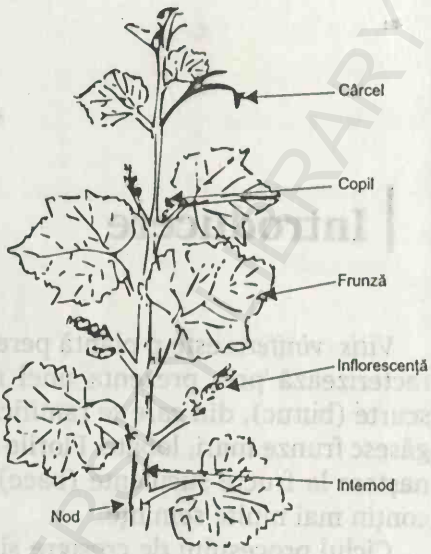


Fig. 1.2. Lăstar de viţă de vie

În paralel cu creşterea lăstarilor are loc procesul de diferenţiere celulară. Celulele nediferenţiate, rezultate din diviziunea meristemului apical, încep să se diferenţieze. Mai întâi se formează parenchimul medular şi procambiul. Apoi din procambiu se diferenţiază protofloemul şi protoxilemul, care ulterior formează metafloemul şi metaxilemul. În continuare celulele din mijlocul ţesutului vascular primar încep să se dividă, dând naştere cambiului. Prin diviziunea acestui meristem secundar se formează la exterior floemul secundar, iar spre interior xilemul secundar.

Concomitent cu diferenţierea floemului şi xilemului, se formează parenchimul medular. Din floemul secundar se formează anual spre exterior felogenul, care generează feloderma şi suberul. În felul acesta se formează periderma, care protejează tulpina spre exterior.

Viţa de vie, fiind o plantă perenă, parcurge fazele de tinereţe, maturitate şi senescenţă într-un număr mai mare de ani. Perioada de tinereţe durează până la intrarea viţei pe rod şi durează 3–5 ani. Perioada de maturitate poate dura 35–40 ani şi se caracterizează prin creşterea treptată a producţiei, realizarea unui nivel maxim şi scăderea treptată a acesteia o dată cu trecerea la faza de senescenţă. Perioada de senescenţă se caracterizează prin scăderea producţiei şi moartea treptată a viţelor.

Frunzele, florile şi fructele parcurg fazele de dezvoltare pe parcursul unui an, iar modificările pe care le suferă aceste organe reprezintă repere pentru evoluţia fazelor fenologice ale viţei de vie (*Tabelul 1.*).

Pornirea în vegetaţie a viţei de vie şi ritmul de desfăşurare a fenofazelor sunt influenţate de factorii ambianţi şi, în special, de temperatură. Olteanu (1997) menţionează următoarele limite optime pentru desfăşurarea principalelor fenofaze ale viţei de vie.

Dezmugurirul	10–25 °C
Creşterea lăstarilor	25–30 °C
Înfloritul	20–25 °C
Creşterea bacelor	25–30 °C
Maturarea strugurilor	24–28 °C
Maturarea lemnului	25–30 °C

Tabelul 1. **Fazele fenologice ale viţei de vie**

După Baggiolini	*După Eichhorn şi Lorenz*	*După codul BBCH*
A. Mugurul de iarnă Faza de repaus, mugurul în întregime este acoperit de bractee.	01. Repaus vegetativ. Mugurii de iarnă au culoarea brună-închisă şi sunt înveliţi de bractee.	00. Perioada de iarnă (repaus vegetativ).
B. Mugurul este umflat, bracteele se îndepărtează între ele şi se observă perii protectori, bruni-albicioşi.	02. Umflarea mugurului. 03. Se observă perii protectori, bruni-albicioşi.	01. Începutul umflării mugurilor. 03. Sfârşitul umflării mugurilor. 05. Perii protectori devin vizibili. 07. Începutul dezmugurirului.
C. Mugurul continuă să crească până prezintă un vârf verde, alcătuit din vârful lăstarului.	05. Dezmugurit: vârful lăstarului tânăr, de culoare verde, devine vizibil.	09. Dezmugurit: vârful verde al lăstarului devine vizibil.
D. Apariţia frunzuliţelor dispuse în rozetă, a căror bază este încă protejată de peri.	—	—

E. Primele frunze sunt în întregime etalate. Lăstarul erbaceu este vizibil.	07. Primele frunze sunt derulate şi separate de axul lăstarului. 09. Două sau trei frunze sunt etalate.	11. Prima frunză etalată. 12. Două frunze etalate. 13. Trei frunze etalate.
F. Inflorescenţele rudimentare apar în vârful lăstarului; 4-6 frunze etalate.	12. 5-6 frunze etalate, inflorescenţele vizibile.	15. Cinci frunze etalate. 16. Şase frunze etalate. 51. Inflorescenţele vizibile.
G. Inflorescenţele se îndepărtează una de alta şi se alungesc. Organele florale rămân încă aglomerate.	15. Inflorescenţele cresc, butonii florali sunt încă aglomeraţi.	53. Inflorescenţele cresc, butonii florali sunt încă aglomeraţi.
H. Apar formele tipice de inflorescenţe, la care butonii florali sunt separaţi.	17. Inflorescenţele complet formate. Butonii florali separaţi între ei.	55. Butonii florali sunt separaţi.
I. Înfloritul. Corola împinsă în sus de către stamine. La căderea capişonului ovarul florii rămâne gol, în timp ce staminele se dispun în jurul lui.	19. Începutul înfloritului, capişonul florii se separă de bază. 21. Înfloritul puţin avansat, 25 % din capişoane căzute. 23. Maximumul înfloritului, 50 % din capişoane căzute. 25. Sfârşitul înfloritului, 80 % din capişoane căzute.	61. Începutul înfloritului. 62. 20 % din flori deschise. 63. 30 % din flori deschise. 65. Maximumul înfloritului. 50 % din flori deschise. 67. Înfloritul în faza terminală. 68. Sfârşitul înfloritului.
J. Legarea florilor. Ovarul creşte după fecundare, staminele se ofilesc, dar rămân ataşate de floare.	27. Legarea florilor. Fructele tinere încep să crească. 29. Fructele au mărimea unei seminţe. Strugurii au poziţie orizontală.	71. Începutul dezvoltării fructelor. Resturile florale au căzut. 73. Bacele au atins 30 % din mărimea lor finală.

K. Baca are mărimea unei seminţe de mazăre. Ciorchinele rămâne vizibil, capătă forma tipică soiului şi se înclină progresiv.	31. Bacele de mărimea mazărei, strugurele atârnă în jos.	75. Bacele au atins 50 % din mărimea lor finală.
L. Bacele încep să se atingă şi strugurele se încheie progresiv.	33. Încheierea procesului de formare a strugurelui.	77. Bacele au atins 77 % din mărimea finală. 79. Bacele au atins mărimea finală.
M. Pârgă. Bacele încep să-şi schimbe culoarea după soi. Sfârşitul fazei de pârgă se produce atunci când toate bacele sunt colorate.	35. Pârgă. Bacele devin translucide sau se colorează.	81. Începutul maturării. Începutul colorării bacelor. 85. Bacele devin translucide sau se colorează.
N. Maturarea strugurilor. Bacele ating mărimea caracteristică. Se acumulează glucidele, iar diminuarea acidităţii se stabilizează.	38. Maturarea strugurilor.	89. Bacele sunt maturate.
O. Maturarea lăstarilor. Lăstarii principali capătă aspect lemnos şi se închid la culoare.	41. Sfârşitul maturării lemnului lăstarilor.	91. Maturarea lemnului lăstarilor.
P. Căderea frunzelor. Frunzele se îngălbenesc, se brunifică şi cad.	43. Începutul căderii frunzelor. 47. Sfârşitul căderii frunzelor.	93. Începutul căderii frunzelor. 97. Sfârşitul căderii frunzelor.

BCU IASI

Capitolul 1
Particularităţile morfofiziologice ale rădăcinii viţei de vie

Aspectul morfologic al rădăcinii viţei de vie variază în funcţie de modul de obţinere a viţelor. Astfel, rădăcina viţelor obţinute din seminţe este pivotantă şi are numeroase ramificaţii laterale care au o simetrie laterală, în timp ce rădăcinile plantelor obţinute din butaşi sunt etajate, datorită faptului că s-au format la noduri.

Înrădăcinarea butaşilor este dependentă de caracteristicile genetice, condiţiile de mediu, de conţinutul în hormoni şi substanţe de rezervă. Bartolini ş.a. (1996) au constatat că înrădăcinarea butaşilor din portaltoiul 140 Ruggeri corespunde cu perioada în care au conţinutul maxim de glucide solubile, care, probabil, sunt utilizate pentru formarea noilor celule.

Prezenţa a două frunze mature la baza butaşului stimulează procesul de rizogeneză (Fornioux, 1997), iar zona apicală nu are un rol esenţial în stimularea acestui proces.

Rădăcinile principale se găsesc la adâncimea de 30–35 cm şi numărul lor rămâne constant după al treilea an de la plantare. Rădăcinile secundare au diametrul de 2–6 mm, au de obicei poziţie orizontală şi se ramifică dând naştere rădăcinilor absorbante.

Observaţiile referitoare la morfologia externă a rădăcinii pun în evidenţă: caliptra care acoperă vârful rădăcinii, meristemul apical cu lungimea de 2–4 mm, zona netedă cu lungimea de 10–100 mm şi zona aspră situată spre baza rădăcinii. Lungimea perilor absorbanţi este de 140–365 μm, grosimea de 12–15 μm, iar densitatea este de 300–400/mm^2 (Mullins ş.a., 1994).

Zanoschi şi Toma (1985) au precizat că numărul perilor absorbanţi variază între 300 şi 600 pe o suprafaţă de 1 mm^2, lungimea lor este de 10–15 μm, iar durata de viaţă de 10–20 zile. Suprafaţa perilor

absorbanţi de pe o suprafaţă de 1 mm^2 este de 2–5 mm^2 (Litvinov, 1971), ceea ce reprezintă o creştere a suprafeţei de absorbţie de 2–5 ori.

Mohr (1996) a studiat creşterea rădăcinilor la viţa de vie, soiul Müller-Thurgau, altoit pe 5 BB, în vârstă de 16 ani, cultivat într-un sol argilos din regiunea Moselei. Formarea noilor rădăcini într-un sol menţinut ca ogor negru a fost limitată până la înflorire, pentru ca apoi să crească semnificativ, realizând un maxim de 170 000 rădăcini, la recoltare. Noile rădăcini se formează mai întâi în apropierea suprafeţei solului, iar lungimea totală a rădăcinilor absorbante situate până la profunzimea de 100 cm, în perioada de recoltare este de aproximativ 870 m/butuc sau 3 500 km/ha.

În secţiunea transversală a rădăcinii se observă prezenţa la exterior a rizodermei, sub care se află mai multe straturi de celule ale parenchimului cortical, care conţin substanţe tanoide şi rafide de oxalat de calciu. Aceste celule formează cu ciupercile simbioze de tip endomicoritic. Spre interiorul rădăcinii se observă endoderma, alcătuită dintr-un singur strat de celule, periciclul format din trei straturi, fasciculele vasculare lemnoase, fasciculele vasculare liberiene, razele medulare şi parenchimul medular.

Rădăcinile plantei de viţă de vie obţinute din butaşi sunt adventive şi se formează la nivelul nodurilor (*Fig. 1.3.*). Din această cauză acestea formează 1–3 etaje şi numai în cazul butaşilor plantaţi adânc, în soluri nisipoase, se formează mai multe etaje.

Rădăcinile adventive principale, al căror număr ajunge până la 60 (Merjanian, 1956), formează ramificaţii de ordinul I–IX. Rădăcina principală a unei plante de viţă de vie are lungimea de 3 m, iar viţele bătrâne pot ajunge până la 20 m lungime şi 8–15 cm grosime. Lungimea totală a rădăcinilor cu diametrul mai mare de 1 mm depăşeşte 500 m, iar 1 m^3 de sol conţine rădăcini cu lungimea totală de până la 200 m (Ionescu,

Fig. 1.3. Plantulă de viţă de vie obţinută din butaş

1978). Aceasta poate să asigure o aprovizionare corespunzătoare cu apă şi în perioadele secetoase.

Rădăcinile absorbante ale viţelor pe rod se găsesc la adâncimea de 15–30 cm, iar ale viţelor tinere la 30–45 cm; zona cu activitate maximă fiind situată la 0–15 cm şi, respectiv, la 15–30 cm (Stoev ş.a., 1954). În condiţiile din Franţa, zona cu cele mai multe rădăcini este situată între 25 şi 50 de cm, iar în California, la 30–70 cm, în funcţie de tipul de sol, umiditatea acestuia şi de gradul de aerare. În general, influenţa caracteristicilor solului asupra distribuţiei rădăcinilor este mult mai importantă comparativ cu influenţa portaltoiului.

Morano şi Kliewer (1994) au precizat că solul poate influenţa distribuţia rădăcinilor, iar densitatea acestora variază cu soiul, iar Southey şi Archer (1988) sugerează că densitatea rădăcinilor este determinată de însuşirile genetice ale portaltoiului.

Pomohaci (1966) a constatat la soiul Muscat de Hamburg altoit pe V. berlandieri x V. riparia, cultivat pe sol brun-roşcat, existenţa a două tipuri de rădăcini: la suprafaţă se află 15–30 rădăcini principale, cu creşterea orizontală, iar în profunzime 50–70 rădăcini principale cu creşterea verticală.

Numărul, lungimea şi grosimea rădăcinilor pot fi o caracteristică de soi, dar care la toate viţele altoite pot fi modificate de influenţa altoiului asupra portaltoiului. Stoev şi Ranghelov (1969) au constatat că rădăcinile viţelor din soiul Muscat negru se ramifică la o adâncime mai mică (40–60 cm), dacă sunt nealtoite şi la o adâncime mai mare (65–70 cm), dacă sunt altoite pe portaltoii Chasselas x Berlandieri 41 B şi Rupestris du Lot.

Unghiul pe care îl fac rădăcinile cu verticala constituie unghiul geotropic. Acesta variază în funcţie de soi, vârstă şi cu factorii agropedoclimatici. În general, la soiurile care au rădăcini subţiri şi sunt cultivate în soluri grele, aprovizionate bine cu apă, unghiul geotropic al rădăcinii este mai mare. În solurile uşoare şi umede unghiul geotropic se observă numai în primul an.

Înrădăcinarea butaşilor se face relativ uşor şi folosirea substanţelor hormonale de creştere are un efect stimulator asupra acestui proces. Negrul (1959) recomandă tratarea butaşilor cu soluţie de acid α-naftil acetic, în concentraţie de 0,01 %, timp de 24–48 ore, sau cu soluţie de heteroauxină cu concentraţia de 0,02–0,04 %, pentru stimularea înrădăcinării.

Tureţcaia (1951) a utilizat în acest scop acidul β-indolil butiric, în concentraţie de 100 mg/l, iar Ionescu ş.a. (1963) au recomandat uti-

lizarea heteroauxinei în concentraţie de 0,01 % sau a amestecului de heteroauxină 0,01 % cu acid α-naftil acetic 20 %.

Creşterea rădăcinii viţei de vie este influenţată de factorii mediului, de capacitatea de absorbţie a apei şi a substanţelor nutritive, precum şi de capacitatea fotosintetică a frunzelor. În condiţiile unui sol fertil, aerat şi bine aprovizionat cu apă, creşterea şi ramificarea rădăcinii este maximă.

Creşterea rădăcinii este dependentă de faza de vegetaţie, respectiv de corelaţia dintre ritmul de aprovizionare a rădăcinii cu asimilate şi de influenţa factorilor ambianţi. Primăvara are loc expansiunea rapidă a sistemului radicular, în timpul verii creşterea rădăcinii se reduce ca intensitate, pentru ca toamna să se constate o nouă intensificare a creşterilor. Mohr (1998) a constatat că rădăcinile viţei de vie, soiul Müller-Thurgau, în vârstă de 16 ani, formează după recoltarea strugurilor numeroase rădăciniţe, în stratul de sol cu profunzimea de 20–40 cm. Numărul acestora descreşte însă în stratul de sol aflat la adâncimea de 0–20 cm. După primul îngheţ numărul rădăciniţelor se reduce marcant în ambele straturi de sol.

După Litvinov (1971), rădăcinile au potenţial de creştere pe tot parcursul perioadei anului, când condiţiile sunt favorabile. În general, se observă două perioade de creştere: una primăvara, care de altfel este cea mai importantă, şi alta când încep precipitaţiile de la sfârşitul verii. Creşterea rădăcinii este influenţată deci de factorii mediului ambiant.

Temperatura este unul din factorii principali care determină creşterea rădăcinilor. Procesul de creştere a rădăcinii este iniţiat în perioada dezmuguritului, sau puţin înainte de acesta.

Iniţierea procesului de creştere a rădăcinilor necesită acumularea unei sume a temperaturilor globale de 558–1 260 °C, respectiv a unei sume a temperaturilor active de 248–576 °C, în funcţie de soi (Martin şi Tăloi, 1965).

Analizele efectuate pe parcursul procesului de creştere au indicat prezenţa a două maximumuri determinate de seceta şi de temperaturile ridicate din timpul verii. Litvinov (1971) a constatat existenţa unui maximum de creştere la mijlocul lunii iulie şi al doilea în perioada septembrie–noiembrie, până când temperatura de la nivelul rădăcinilor scade la 8 °C.

Williams şi Matthews (1990) au constatat că primul maximum de creştere a rădăcinii coincide cu perioada de înflorire, iar cel de al doi-

lea are loc după 160 de zile de la înmugurit, la începutul perioadei de maturare a strugurilor.

Ritmul de creştere al rădăcinilor este influenţat de caracteristicile solului, gradul de iluminare al plantelor, gradul de aerare al solului, de irigare etc.

Williams şi Biscay (1991) au constatat că substanţa uscată din rădăcina viţei de vie creşte pe tot parcursul perioadei de vegetaţie, în timp ce conţinutul în potasiu rămâne constant în timpul perioadei de creştere a strugurilor.

Caracteristicile solului reprezintă un alt factor important pentru creşterea rădăcinii viţei de vie.

Weaver şi Iwasaki (1977) au constatat că procesul de creştere al rădăcinilor are loc cu 14 zile mai târziu decât cel al tulpinii, dacă aceste organe au fost expuse timp de 8 săptămâni la temperatura de 0–3,9 °C. Dacă au fost expuse la temperatura de 10 °C, iniţierea creşterii rădăcinii are loc cu 25 zile mai târziu.

Kvaratskheliya ş.a. (1993) au urmărit creşterea rădăcinilor la soiul de viţă de vie Tsolikouri, altoit pe portaltoiul 3306 şi cultivat în 5 tipuri diferite de sol. În solurile fertile, profunde, rădăcinile se răspândesc pe orizontală şi pe verticală, formând ramificaţii abundente. În solul brun şi în cel aluvionar, ramificaţiile au fost foarte abundente, dar rădăcinile s-au răspândit mai mult pe orizontală decât pe verticală. În solul podzolic, ramificarea rădăcinilor a fost necorespunzătoare şi acestea s-au răspândit mai mult pe orizontală.

În cazul amputării rădăcinilor acestea se regenerează şi cu cât rădăcinile secţionate sunt mai groase, cu atât se formează un număr mai mare de rădăcini laterale (Oprea ş.a., 1967). În condiţiile solurilor bine aprovizionate cu apă şi substanţe nutritive, nu se resimte efectul amputării rădăcinilor.

Mobilizarea superficială a solului favorizează creşterea rădăcinilor mai spre suprafaţă, iar irigarea măreşte numărul rădăcinilor (Stoev, 1979).

Dzaporidze (1971) a constatat că rădăcinile viţei de vie sunt sensibile la **hipoxie**. Lipsa oxigenului la nivelul rădăcinilor provoacă apariţia simptomelor de cloroză, a cărei extindere variază în funcţie de portaltoi. Astfel, rădăcinile portaltoiului Riparia x Rupestris 3309 respiră de 1,5 ori mai intens decât rădăcinile portaltoiului Berlandieri x Riparia 5 BB şi din această cauză sunt mai afectate de conţinutul redus de oxigen din sol, creşterea lor fiind inhibată.

Portaltoiul determină caracteristicile legate de vigoarea de creştere şi de capacitatea de absorbţie a substanţelor de către rădăcini. Fardossi ş.a. (1998) au studiat caracteristicile a 31 de portaltoi, pe care i-a clasificat din punctul de vedere al vigorii de creştere astfel:

- portaltoi cu vigoare foarte scăzută: 99 R, Rup. Du Lot, 3309;
- portaltoi cu vigoare scăzută: 1103 P, Ru 140, G 1, G 9, Amos şi 1616 C ;
- portaltoi semiviguroşi: 8 B, 125 AA, Cosmo 10, 420 A, 725 P şi 779 P;
- portaltoi viguroşi: SO 4, T 5C, Binova, Fercal, Fercal 242 şi Aripa;
- portaltoi foarte viguroşi: K 5BB, R 27, 225 Ru, G 26, Rip, Portalis şi Boner.

Absorbţia apei şi a substanţelor minerale de către rădăcinile viţei de vie începe când temperatura solului ajunge la valori apropiate de 5 °C. Creşterea temperaturii cu 10 °C, în limitele 5–30 °C, determină dublarea vitezei de absorbţie a ionilor.

Absorbţia ionilor este dependentă şi de *natura* lor. Astfel, dintre anioni sunt absorbiţi cu uşurinţă: NO^-_3, Cl^-, SO^-_4 şi $H_2PO^-_4$, iar dintre cationi: K^+, Ca^{++}, Mg^{++}.

Prezenţa bicarbonaţilor, în condiţiile solurilor calcaroase, determină creşterea pH-ului, stimulează procesul de carboxilare şi formarea acizilor organici, care, la rândul lor, stimulează acumularea potasiului.

Absorbţia elementelor minerale variază ca intensitate pe parcursul perioadei de vegetaţie. Astfel, cea mai mare cantitate de azot se absoarbe în perioada de înflorire şi de creştere intensă a bacelor, până la începutul maturării. Popov (1960) a constatat că în cazul soiului Mavrud, 4,93 % din azot se absoarbe până la apariţia inflorescenţelor, 14,75 % în perioada de la apariţia inflorescenţelor până la formarea ramificaţiilor de ordinul II , 26,18 % în perioada de la apariţia ramificaţiilor de ordinul II şi înflorire, 20,19 % în perioada dintre creşterea bacelor şi începutul maturării şi 7,05 % între începutul maturării şi maturare.

Fosforul a fost absorbit mai intens în perioada de maturare (20,11 %), iar potasiul în timpul creşterii bacelor, începutul maturării şi în timpul maturării (21,21, 31,64 şi, respectiv, 21,82 %).

Analizând în ansamblu absorbţia substanţelor minerale, Lohrentz (1988) a constatat că 90–100 % din substanţele minerale sunt absor-

bite într-o perioadă de numai 6 săptămâni, înainte de legarea bacelor şi după faza de pârgă.

Ritmul de absorbţie a substanţelor minerale variază în limite foarte reduse pe durata zilei şi a nopţii şi nu este corelat cu absorbţia apei care are o dinamică zilnică foarte evidentă.

Absorbţia substanţelor minerale este influenţată şi de *tipul de portaltoi* utilizat. Kuhl (1992) a constatat că portaltoii Freedom şi 140 Ruggeri, au o capacitate diferită de absorbţie a potasiului. La concentraţii mici de potasiu (0,5 mmol/l), ambii portaltoi s-au comportat în mod similar, absorbind acest cation printr-un transport activ. La concentraţii mai mari de 1 mmol /l, s-a constatat acumularea în cantitate mai mare a potasiului în frunzele şi peţiolii plantelor cu portaltoiul Freedom comparativ cu cele cu portaltoiul 140 Ruggeri. Această diferenţă este atribuită absorbţiei pasive a potasiului ca urmare a presiunii negative generate în frunze de procesul de transpiraţie, transport ce are o pondere redusă în portaltoiul 140 Ruggeri.

Rezultate similare a obţinut şi Alleweldt şi Meikt (1992), în cazul absorbţiei azotului. Rădăcinile portaltoiului 125 AA au absorbit o cantitate mai mare de azot şi au acumulat mai multă substanţă uscată comparativ cu soiul Silvaner, folosit ca portaltoi.

Dietrich şi Meyer (1971), studiind capacitatea unor portaltoi de a absorbi substanţele minerale, au constatat următoarele:

Vitis berlandieri x Vitis vulpina s-a comportat astfel:

Portaltoiul SO4 determină o bună absorbţie a azotului, fosforului şi magneziului şi absoarbe o cantitate mare de calciu. Absorbţia potasiului este foarte redusă datorită antagonismului Ca–K.

Portaltoiul K5 BB este asemănător cu SO4, dar absoarbe mai puţin calciu şi mai mult potasiu.

Portaltoiul 59 B absoarbe mai puţin fosfor şi calciu comparativ cu primii portaltoi, dar mai mult potasiu.

Portaltoiul 125 AA absoarbe cel mai mult calciu, precum şi o cantitate mai mare de potasiu comparativ cu portaltoiul SO4.

Portaltoiul 34 EM se caracterizează printr-o absorbţie redusă a azotului, o absorbţie bună a potasiului şi fosforului şi foarte bună a magneziului.

Vitis vulpina x Vitis rupestris se comportă astfel:

Portaltoiul 3309 absoarbe o cantitate mare de azot, mai mică de calciu şi foarte mică de fosfor.

Portaltoiul 101/14 absoarbe cantităţi reduse de azot, calciu şi fosfor.

Portaltoiul Massanne absoarbe cantităţi mari de calciu şi fosfor.

Vitis vulpina x Vitis rupestris x Vitis cordifolia se comportă astfel:

Portaltoiul 44/35 absoarbe cantităţi mari de potasiu şi foarte puţin magneziu.

Între momentul iniţierii absorbţiei apei şi a substanţelor minerale şi formarea frunzelor există un decalaj în timp, care determină apariţia procesului cunoscut sub denumirea de "plânsul plantelor".

Absorbţia apei şi a substanţelor minerale începe în momentul în care solul realizează o temperatură specifică pentru o specie sau un soi. Stoev (1979) menţionează că în literatura de specialitate sunt prezentate limite largi de temperatură, care variază între 4,0 şi 4,5 °C pentru hibrizii amuro-europeni şi 14 °C pentru soiurile altoite pe Vitis berlandieri.

Popescu (1956) a precizat că în cazul soiurilor altoite pe Vitis berlandieri x Vitis vulpina Kober 5 BB şi Chasselas x Vitis berlandieri 41 B, plânsul începe când temperatura solului atinge 5,1–10,9 °C.

În condiţiile de temperatură specifică, apa şi substanţele minerale sunt absorbite de perişorii absorbanţi, iar o parte pătrund în spaţiile capilare din pereţii celulelor rizodermice şi ale parenchimului cortical (apoplast). Ionii din apoplast sunt transportaţi prin plasmalemă, în interiorul celulelor, printr-un transport activ, cu participarea pompelor de ioni, iar apa printr-un proces de osmoză. Ionii şi apa care au pătruns în celule sunt transportaţi prin celulele parenchimului cortical şi prin endodermă, pe cale citoplasmatică, prin plasmodesme. Ionii sunt transportaţi printr-un proces de difuziune, iar apa pe baza gradientului de presiune hidrostatică. Substanţele minerale ajunse în celulele periciclului şi ale parenchimului lemnos sunt transportate pe cale activă în apoplast. Concentrarea mai mare a ionilor din apoplast determină un proces de exosmoză, în urma căruia volumul soluţiei se măreşte dând naştere unei presiuni care împinge soluţia spre zona de minimă presiune din vasele lemnoase şi determină ascensiunea spre organele aeriene. La nivelul coardelor secţionate se elimină sub formă de picături, care constituie "plânsul plantelor". Această presiune, cunoscută sub denumirea de "presiune radiculară", are valoarea cuprinsă între 2,5 şi 5,0 bari.

Presiunea radiculară are importanţă nu numai în ascensiunea sevei brute în perioada când frunzele nu sunt încă formate, ci şi în timpul verii, când determină rehidratarea plantelor în timpul nopţii.

După datele centralizate de Stoev (1979), durata plânsului durează între 10 şi 66 zile în funcţie de condiţiie climatice ale anului, iar

cantitatea de lichid care se elimină prin plâns variază între 3 şi 6 l/plantă, dar poate să ajungă şi până la 20 l/plantă.

Tavadze (1946) a precizat că plânsul viţei de vie este mai intens în perioada înfloritului şi a legării fructelor.

Ciucuaseli (1958) a stabilit că presiunea lichidului din vasele lemnoase este de 2,07–2,14 atm., iar conţinutul acestuia în substanţe minerale şi organice este mai mare noaptea comparativ cu ziua. Compoziţia chimică a lichidului eliminat de viţa de vie prin plâns a fost analizată de numeroşi cercetători. Sinteza rezultatelor obţinute de diverşi specialişti, făcută de Stoev (1971), a scos în evidenţă 5 caracteristici esenţiale:

- Compoziţia în aminoacizi a lichidului secretat este identică în diferite zone geografice. În acest lichid au fost identificaţi: acidul asparagic şi glutamic, valină, izoleucină, lizină, alanină, tirozină, fenilalanină, histidină, cistină, prolină, arginină, glicocol, metionină, acid gaminobutiric şi amida glutamică.
- Numărul şi natura aminoacizilor variază în funcţie de fenofază, cei mai mulţi aminoacizi fiind identificaţi în timpul plânsului şi înfloritului.
- Nu s-au constatat deosebiri între soiuri în ceea ce priveşte compoziţia aminoacizilor.
- Numărul aminoacizilor variază în decurs de 24 ore, numărul cel mai mare de aminoacizi fiind determinat între orele 4 şi 10 dimineaţa.
- Raportul dintre diferiţii aminoacizi şi cantitatea lor se modifică în funcţie de fertilizare, cea mai mare cantitate de aminoacizi fiind determinată în primele două zile după aplicarea îngrăşămintelor.

Jirovetz ş.a. (1994) au analizat compuşii organici din exudatul xilemic recoltat în luna aprilie, de la viţa de vie, soiul Gruner Veltliner. Dintre cei 32 compuşi organici identificaţi, ponderea o deţine timolul (58,07 %), acidul palmitic (4,66 %), 1,8-cineol (3,48 %), α-terpineolul (3,39 %), esterul metilic al acidului palmitic (2,42 %), terpinolen (2,15 %), carvacrol (1,88 %), acid miristic (1,85 %), 1,2-dimetilbenzol (1,40 %), camfor (1,25 %), α-pinen (1,19 %), 1,2,3-trimetilbenzol (1,17 %), sabinen (1,09 %), tetradecan (1,00 %), etc.

După Wolfort (1982), exudatul are acţiune dezinfectantă şi bactericidă în cazul infecţiilor în regiunea ochilor.

Rădăcinile viţei de vie pot fi considerate şi ca organe de depozitare a substanţelor de rezervă. Aceste substanţe sunt utilizate ca substrat în procesul de respiraţie, pentru producerea energiei biochimice ne-

cesare proceselor de biosinteză a compuşilor implicaţi în creşterea rădăcinii şi pentru transportul activ al substanţelor prin rădăcină.

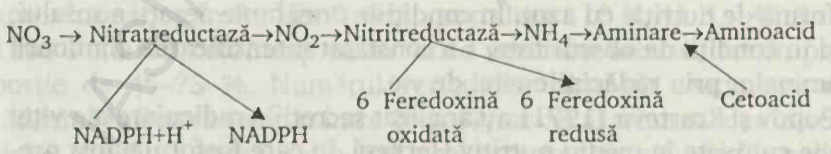
Primăvara, înainte de umflarea mugurilor, substanţele de rezervă din rădăcină şi tulpină asigură compuşii organici necesari pentru pornirea în vegetaţie. Datele analitice obţinute de Stoev ş.a. (1960) au precizat că la mijlocul lunii martie, conţinutul rădăcinilor în amidon este de 12,57–15,76 %, scade la mijlocul verii la 7,75–12,32 % şi creşte din nou după recoltarea strugurilor până la 19,00–23,50 %. Amidonul este prezent în ţesuturile parenchimatice ale rădăcinii: felodermă, parenchimul de dilatare, razele principale, razele secundare şi măduvă.

Conţinutul în glucide reducătoare din rădăcinile viţei de vie variază pe parcursul perioadei de vegetaţie între 1 şi 2 % (Stoev ş.a., 1960), iar în timpul iernii între 1,5 şi 3,0 % (Stoev şi Zankov, 1954).

O dinamică similară cu cea a glucidelor a fost constatată de Muromţev şi Lokonova (1960) şi în cazul lipidelor. În data de 16.06 s-a determinat conţinutul minim de lipide, pentru ca după trei luni, în 20.09, să se determine conţinutul maxim de lipide, de 1,44 ori mai mare comparativ cu luna iunie.

Conţinutul în compuşi azotaţi din rădăcină variază între 0,4 şi 1,7 %. Analizele efectuate au evidenţiat o scadere a conţinutului de compuşi azotaţi până în faza de pârgă, o creştere în timpul perioadei de repaus vegetativ şi realizarea unui maximum la intrarea în vegetaţie (Schaller ş.a., 1989). Compuşii azotaţi de rezervă sunt reprezentaţi, în special, de arginină şi de acidul aspartic, care au o dinamică similară cu cea a azotului total din rădăcină (Balasubrahmanyam ş.a., 1978).

Conţinutul în nitraţi din rădăcină creşte înainte de dezmugurit, realizează un al doilea maximum înainte de înflorit şi scade apoi pe parcursul perioadei de maturare (Lohnertz, 1988). Nitraţii din rădăcină sunt reduşi la nitriţi şi în final la azot amoniacal, în prezenţa enzimelor nitratreductază şi nitritreductază, conform schemei:



Azotul amoniacal este utilizat în procesul de aminare a cetoacizilor şi de biosinteză a aminoacizilor. În citoplasma celulelor are loc interconversia aminoacizilor şi în prezenţa poliribozomilor şi a ARNm se biosintetizează substanţele proteice. Necesarul de aminoacizi variază în funcţie de mesajul genetic, cât şi de biodegradarea şi reînnoirea permanentă a proteineor. Din aceste considerente compoziţia aminoacizilor liberi nu a putut fi utilizată ca test fiziologic pentru aprecierea proceselor metabolice de la viţa de vie.

Activitatea nitratreductazei din rădăcină are o dinamică similară cu cea a procesului de creştere (Hunter şi Ruffner, 1997).

Toamna, după căderea frunzelor, când temperatura se apropie de 0 °C, organele aeriene ale viţei de vie intră în repaus vegetativ. Datorită faptului că temperatura solului se modifică mai lent comparativ cu cea a aerului, intrarea în repaus vegetativ a rădăcinii are loc mai târziu comparativ cu organele aeriene. Rădăcinile viţei de vie nu au un repaus profund şi pot creşte şi pe parcursul sezonului rece, dacă condiţiile de mediu sunt favorabile.

Structura şi compoziţia chimică a rădăcinilor asigură rezistenţa acestora la temperaturile coborâte din timpul iernii. Rădăcinile de Vitis amurensis, care rezistă la temperaturi de până la –15,5 °C, au celulele cu dimensiuni mici. Soiul Muscat de Hamburg care este sensibil la îngheţ, are celulele parenchimului cortical de 10 ori mai mari, cele ale razelor principale de 2,21 ori mai mari, iar diametrul vaselor conducătoare este de 1,65 ori mai mare comparativ cu cele de la *Vitis amurensis*.

Prezenţa glucidelor solubile (1–3 %) în rădăcinile viţei de vie, alături de ioni şi unii aminoacizi, asigură creşterea capacităţii de rezistenţă la îngheţ a celulelor rădăcinii.

Unii compuşi din rădăcini sunt eliminaţi în sol sub formă de exudate şi secreţii. Tchkouasseli (1971) a urmărit eliminarea vitaminelor C, B_1, B_2 şi PP din rădăcini şi a constatat că vitamina C este eliminată mai intens în condiţiile unei fertilizări cu îngrăşăminte amoniacale. În schimb, eliminarea riboflavinei şi a tiaminei nu a fost influenţată de forma de nutriţie cu azot. În condiţiile unei bune aeraţii a solului, ca şi în condiţii de obscuritate, s-a constatat intensificarea eliminării vitaminelor prin rădăcinile viţei de vie.

Popov şi Krasteva (1971) au analizat secreţiile radiculare ale viţei de vie cultivate în mediu nutritiv Herligel, în care fosforul a fost prezent sub diferite forme. În secreţiile radiculare au fost identificaţi 11 aminoacizi, 4 acizi organici şi 3 glucide.

Secreţiile şi exudatele constituie o sursă de nutriţie pentru microorganismele din rizosferă, care contribuie la solubilizarea unor compuşi anorganici şi la ameliorarea nutriţiei viţei de vie.

Nutriţia plantelor de viţă de vie cu apă şi cu substanţe minerale este îmbunătăţită şi datorită prezenţei *micorizelor* pe suprafaţa rădăcinilor. Acestea sunt simbioze între rădăcini şi ciuperci; celulele rădăcinilor furnizând glucidele necesare pentru nutriţia ciupercii, iar hifele acesteia absorb apa şi substanţele minerale din sol, cedându-le rădăcinii.

Caracteristice pentru viţa de vie sunt endomicorizele de tip vezicular-arbuscular, care se formează cu ciuperci din următoarele specii: *Glomus fasciculatum, G. macrocarpus, G. monosporium, G. occultum, G. caledonium, G. microcarpum, Gigaspora* spp. *Sclerocystis sinuosa, Acaulospora* spp. (Sabrana şi Vitagliano, 1990).

Hifele ciupercii formează în zona perilor absorbanţi un manşon, din care pornesc hife care pătrund în celulele parenchimului cortical, unde dau naştere la umflături numite *vezicule* şi la ramificaţii numite *arbuscule*. Veziculele reprezintă formaţiunile în care se depozitează substanţele de rezervă ale ciupercii (glicogen şi granule lipidice), iar arbusculele — structurile în care are loc schimbul de substanţe dintre hifele ciupercii şi celulele-gazdă.

Cercetările efectuate de Karagiannidis ş.a. (1995) au scos în evidenţă faptul că micorizele vezicular-arbusculare stimulează acumularea substanţei uscate în viţa de vie, soiul Razachie. Cele mai mari acumulări de substanţă uscată s-au constatat la soiul Razachie inoculate cu Glomus macrocarpus, la cele altoite pe portaltoiul 5 BB şi inoculate cu Glomus mosseae şi la viţele altoite pe 41 B şi inoculate cu Glomus macrocarpus. Colonizarea cu micorize a determinat creşterea concentraţiei de fosfor din tulpini, concentraţia de potasiu, calciu, magneziu şi zinc a rămas nemodificată, în timp ce conţinutul în mangan şi fier a scăzut.

Karagiannidis ş.a. (1997) au constatat că în condiţiile unui sol slab aprovizionat cu fosfor din Grecia, portaltoii 110 R, 41 B, 140 Ru şi 1103 P au fost colonizaţi cu micorize vezicular-arbusculare în proporţie de 45–75 %. Numărul veziculelor dintr-un centimetru de rădăcină infectată a variat între 16 şi 47, iar cel al arbusculelor între 5 şi 26. Numărul sporilor din 100 g sol provenit din rizosferă a variat între 196 şi 280, cel mai mare număr provenind de la ciupercile din genul *Glomus*. S-a constatat, de asemenea, că gradul de colonizare a

rădăcinii cu ciuperci micoritice a fost corelat negativ cu conţinutul solului în fosfor.

Petgen ş.a. (1998) au studiat colonizarea rădăcinilor cu ciuperci micoritice, în cazul a diferite combinaţii altoi–portaltoi. Procentul de colonizare a variat între 2 şi 10 % din lungimea rădăcinii.

Micorizele contribuie la îmbunătăţirea aprovizionării rădăcinilor cu apă şi cu substanţe minerale, aprovizionarea rădăcinilor cu fosfor sporeşte de 4 ori, cu potasiu de 2–3 ori şi cu calciu de 2 ori. În acelaşi timp, substanţa uscată din viţa de vie se dublează. Gebbing ş.a. (1977) au constatat că endomicorizele au îmbunătăţit nutriţia cu fosfor a viţei de vie, fapt ce a determinat sporirea creşterilor în lungime a tulpinilor şi a substanţei uscate acumulate.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITARĂ

Capitolul 2
Particularităţile morfofiziologice ale tulpinii viţei de vie

Organele aeriene ale viţei de vie se formează fie din tulpiniţa embrionului în cazul înmulţirii prin seminţe, fie din mugurii situaţi la nodurile apicale, în cazul înmulţirii prin butaşi.

Indiferent de modul de înmulţire, soiurile europene de viţă de vie trebuie altoite pe viţe americane, care sunt rezistente la filoxeră. Datorită acestui fapt, la nivelul solului sau imediat deasupra acestuia se găseşte o umflătură care reprezintă punctul de altoire.

2.1. Bazele fiziologice ale altoirii

Altoirea reprezintă procesul de concreştere dintre un mugur sau o ramură cu muguri (altoi) şi o plantă crescută pe rădăcini proprii (portaltoi). Observaţiile efectuate de D'Khili ş.a. (1995) asupra modificărilor histologice din zona de altoire au evidenţiat existenţa a trei etape:

- formarea calusului de sudură începând de la celulele altoiului;
- formarea în calusul de sudură a unui nou cambiu, situat în prelungirea celui al altoiului şi al portaltoiului;
- diferenţierea conexiunilor vasculare plecând de la cambiul nou-format.

Iniţial are loc un proces nespecific de *adeziune* între altoi şi portaltoi care constă în producerea pe suprafeţele secţionate de substanţe pectice. La acest proces participă complexul Golgi în care se sintetizează acizii galacturonici, veziculele golgiene care transportă aceşti acizi până la nivelul plasmalemei, unde printr-un proces de exopinocitoză se elimină aceşti acizi la exteriorul celulelor, unde sunt utilizaţi la sinteza substanţelor pectice.

Formarea calusului se datorește activității meristematice a cambiului, precum și a parenchimului liberian și a celui din razele medulare care se dediferențiază, revenind la stadiul meristematic. În urma procesului de diviziune, se produc celule parenchimatice în zona situată între altoi și portaltoi.

Oprean (1948) a stabilit că acest calus de cicatrizare se formează mai mult la polul inferior al butașului, comparativ cu cel superior. Diferența de calusare, determinată la unele soiuri de polaritate (Riesling italian), este cu atât mai mare, cu cât concrețterea este mai slabă.

După Martin (1960), formarea calusului urmează legile dorsoventralității și ale polarității. Astfel, pe o secțiune transversală se realizează mai mult calus sub mugur, pe părțile laterale și mai puțin sub partea opusă mugurului. Pe o secțiune oblică formarea calusului este mai mare pe partea ascuțită și mai redusă pe partea obtuză a secțiunii. Aceasta a condus la necesitatea ca secționarea altoiului să se facă sub mugur, unde secțiunea obtuză inhibă și mugurul stimulează formarea calusului, iar partea opusă care se află în vârful secțiunii nu mai este influențat de mugur. Datorită acestui fapt, ritmul de formare a calusului se uniformizează.

Procesul de formare a calusului este stimulat de temperaturile cuprinse între 25 și 28 °C și de umiditatea relativă mai mare de 90 %, care inhibă deshidratarea altoiului.

Inițial celulele calusului nu sunt unite între ele prin plasmodesme și prin lamela mediană, iar între calusurile altoiului și portaltoiului se formează un strat izolator, mai mult sau mai puțin continuu (Olteanu, 1974). În această perioadă când nu există continuitate citoplasmatică prin plasmodesme, transportul apei între portaltoi și altoi se realizează prin osmoză, iar cel al substanțelor minerale prin transport activ, cu ajutorul transportorilor proteici.

Refacerea continuității între celule și țesuturi reprezintă un proces complex. Calusurile altoiului și portaltoiului sunt separate între ele prin stratul izolator sau prin celule suberificate care se opun sudării acestora (Olteanu, 1974). Sudarea calusurilor este posibilă numai dacă stratul izolator dispare, este străpuns sau se resoarbe. Oprean (1957) consideră că străpungerea este combinată cu resorbția, iar în altoirile cu organe lignificate, stratul izolator rareori este continuu.

Refacerea continuității între celule și țesuturi se realizează în două etape. În prima are loc secreția de substanțe pectice care for-

mează lamela mediană, ce reprezintă liantul dintre celule. Concomitent, prin pereţii celulelor aflate în contact direct se formează pori la interiorul cărora se formează plasmodesmele (Martin, 1968). Acest proces are loc numai în cazul în care între altoi şi portaltoi există compatibilitate.

Continuitatea celulară realizată prin plasmodesme face ca circulaţia substanţelor între celulele portaltoiului şi altoiului să se realizeze conform gradientului de presiune hidrostatică în cazul apei şi prin difuziune în cazul substanţelor minerale.

În cea de a doua etapă are loc refacerea continuităţii vasculare. Celulele calusului situate între cambiul altoiului şi portaltoiului formează o zonă generatoare, care reprezintă noul cambiu. Prin diferenţierea celulelor rezultate din diviziunea acestuia se formează ţesut liberian şi lemnos care refac legăturile dintre fasciculele vasculare. Procesul de diferenţiere a ţesutului conducător este determinat de proteinele informaţionale care provin de la celulele lemnoase sau liberiene diferenţiate, situate în apropiere. Alte celule ale calusului dau naştere felogenului, din care se formează suberul şi feloderma, care constituie ţesuturile exterioare de protecţie.

În realizarea sudurii un rol deosebit îl are *compatibilitatea* sau *incompatibilitatea* dintre altoi şi portaltoi. În termeni generali, compatibilitatea reprezintă capacitatea de concreştere a altoiului cu portaltoiul. Nereuşita altoirii, respectiv incompatibilitatea, reprezintă, în funcţie de opiniile diferiţilor cercetători, un proces reglat genetic prin prezenţa în celulele altoiului a unor allele dominante, incompatibile cu cele ale portaltoiului. Acest proces poate fi reglat biochimic prin acumularea la nivelul portaltoiului a unor substanţe provenite din altoi, care declanşează reacţiile de incompatibilitate. Incompatibilitatea se poate datora şi diferenţelor de natură morfoanatomică dintre altoi şi portaltoi.

De multe ori se constată existenţa unei incompatibilităţi între altoi şi portaltoi, care poate fi de tip translocat sau de tip diferit.

Incompatibilitatea de "tip translocat" se caracterizează prin formarea calusului numai de către altoi, portaltoiul rămânând inactiv. O situaţie similară s-a constatat în cazul tratării secţiunii portaltoiului cu o soluţie de auxină 0,5 mg/l.

În cazul incompatibilităţii de "tip diferit" modificările histologice din zona de altoire sunt similare cu cele observate la altoirile compatibile, iar simptomele de incompatibilitate apar numai după 3–4 luni. D'Khili ş.a. (1995) au constatat că în cazul utilizării altoiului ca

portaltoi şi invers, această incompatibilitate nu se manifestă. Rezultă că incompatibilitatea nu este determinată de cauze histologice, ci de natură biochimică. Determinările biochimice efectuate la acest tip de incompatibilitate au evidenţiat, după 35 de zile, acumularea masivă a amidonului în ţesuturile portaltoiului, probabil din cauza absenţei creşterilor caulinare şi radiculare. Observaţiile preliminare efectuate la un microscop cu fluorescenţă au evidenţiat acumularea unor compuşi fenolici (flavonoide şi acizi fenolici), la nivelul interfeţei dintre altoi şi portaltoi, dar nu se cunoaşte dacă aceste substanţe sunt implicate în acest proces.

Reuşita concreşterii altoiului cu portaltoiul este influenţată şi de gradul de înrudire dintre parteneri, ritmul activităţii cambiului, vârsta şi gradul de maturare a altoiului şi portaltoiului etc.

2.2. Creşterea tulpinii la viţa de vie

În urma lucrărilor de tăiere la care este supusă viţa de vie, rezultă un arbust agăţător care are tulpina groasă, denumită **butuc**. Lungimea acestuia variază în funcţie de forma de conducere (joasă, semiînaltă, înaltă şi foarte înaltă), între 10 şi 200 cm. Creşterea în lungime a butucului încetează şi continuă doar creşterea în diametru.

Pe butuc se formează ramurile schelet (braţe şi cordoane), coarde, lăstari şi copili, alcătuite din internoduri şi noduri, la nivelul cărora se află muguri şi frunze.

Braţele poartă ramificaţii numai la vârf, în timp ce **cordoanele** poartă ramificaţii pe toată lungimea lor. Atât pe braţe cât şi pe cordoane se află muguri dorminzi. Cordoanele au lungimea de 1–5 m, iar la noduri se află muguri axilari. În urma aplicării tăierilor rezultă *coarde de rod* (cu 8–14 ochi), *cordiţe* (cu 5–7 ochi) şi *cepi* (cu 1–3 ochi).

Pe butuc, braţe, cordoane, coarde, cordiţe şi cepi se formează *lăstari,* care sunt ramuri ce formează frunze alterne la noduri şi care au la bază muguri. Pe partea opusă a frunzelor se formează *inflorescenţe* sau *cârcei*. Mugurii axilari situaţi la baza frunzelor pot forma *copili.*

Lăstarii formaţi de pe ramurile mai în vârstă sunt nefertili, dar în anul următor formează ramuri de rod.

Ritmul de creştere a lăstarilor este rapid şi poate atinge 8–12 cm/zi (Martin, 1968). Într-o singură perioadă de vegetaţie lăstarii

pot atinge lungimea de 2–6 m la viţele roditoare şi 6–8 m la viţele portaltoi.

Coardele lacome de 1 an, formate din mugurii dorminzi de pe lemnul multianual sau de pe butuc, au ochii diferenţiaţi, care dau naştere la lăstari fertili. Georgescu şi Ilie (1971) au precizat că procentul de lăstari fertili şi coeficientul de fertilitate absolut al coardelor lacome nu au prezentat diferenţe semnificative faţă de coardele de rod. În aceste coarde are loc acumularea mai intensă a substanţelor organice, având o cantitate mai mare sau egală de glucide, azot, fosfor şi potasiu comparativ cu cele de rod.

Îngheţul târziu (aprilie–mai) distruge lăstarii, dar după 2–3 săptămâni pornesc în vegetaţie mugurii dorminzi. Georgescu (1968) a constatat că în această situaţie, din butuc şi lemnul bătrân se formează mai mulţi lăstari decât din coarda anuală. Aceşti lăstari sunt fertili, în cazul soiurilor Perla de Csaba, Chasselas, Muscat de Hamburg, Cinsant, Crâmpoşie, Riesling italian, Aligote, Fetească albă şi Tămâioasă românească. Procentul de fertilitate a lăstarilor laterali a fost mai mare la Riesling italian şi mai mic la Fetească albă. În general, lăstarii formaţi nu au asigurat o producţie de struguri similară cu cea de pe lăstarii principali, dar au acoperit necesarul de coarde pentru anul următor.

Cârceii se formează din mugurii de iarnă, în partea opusă frunzelor şi au o ramificaţie simpodială, similară cu inflorescenţa. Aceştia reprezintă organe de agăţare, care la începutul perioadei de vegetaţie sunt erbacei, pentru ca ulterior să se lignifice sau să cadă.

Dispoziţia cârceilor poate fi continuată, când se găsesc la fiecare nod sau în poziţie opusă frunzei (*Vitis labrusca*). Dispoziţia poate fi şi discontinuă, uniformă, când se găsesc două noduri cu cârcei, urmate de un nod fără cârcel (*Vitis vinifera*) şi neuniformă, când se formează la 3–4 noduri consecutive (*Vitis labrusca* şi *Vitis vinifera*).

Fixarea cârceilor pe suporturi se face prin răsucirea lor în spirală. Acest proces se realizează cu participarea celulelor mecanoreceptoare, care au pereţii celulari subţiri. Prin mişcarea uşoară a plantelor sub acţiunea vântului, cârceii ajung în contact cu suportul. Excitarea celulelor mecanoreceptoare se transmite în profunzime şi lateral pe distanţă de 1–2 mm, determinând biosinteza etilenei. Acumularea etilenei are ca efect scăderea ritmului de creştere în volum a celulelor excitate, situate spre suport. Celulele de pe partea exterioară a cârcelului îşi continuă creşterea normală, iar diferenţele de creştere a celu-

lelor de pe cele două feţe ale cârcelului determină răsucirea acestuia în jurul suportului.

Creşterea anuală a lăstarilor este foarte intensă, depăşind uneori 2 m, iar la sfârşitul primului an lăstarii se transformă în coarde. Acest proces se datorează atât sporirii numărului de internoduri, cât şi creşterii internodului ca urmare a extensiei celulelor.

Capacitatea de creştere a viţei de vie poate fi exprimată prin suma creşterilor organelor aeriene şi ale rădăcinilor, prin creşterea masei plantei, cât şi prin numărul de muguri efectiv formaţi.

Viţa de vie este o plantă acrotonă, care creşte prin mugurii situaţi la capătul coardelor. În general, acrotonia viţei de vie este redusă şi nu se manifestă la viţele cu vigurozitate mare, iar în practică este controlată prin lucrările de tăiere.

Perioada de creştere a lăstarilor a fost divizată de Pratt şi Coonche (1978) în *4 faze de creştere*:

- faza de formare a nodurilor în muguri, proces ce are loc în anul precedent fructificării;
- formarea de noi noduri şi alungirea internodurilor, care are loc până la înflorire;
- alungirea internodurilor, în perioada cuprinsă între înflorit şi mijlocul verii;
- creşterea şi maturarea lăstarilor, în perioada ce precede căderea frunzelor.

Fazele de creştere a lăstarilor sunt corelate cu cele de dezvoltare. Astfel, formarea mugurilor florali are loc în faza întâi, înflorirea la sfârşitul fazei a doua, iar legarea fructelor şi maturarea lor are loc în fazele a treia şi a patra.

Creşterea mugurilor de pe o coardă şi formarea lăstarilor (ramificarea) este un proces complex influenţat de dominanţa apicală care reprezintă un sistem de inhibiţie corelativă şi de procesul de repaus vegetativ mugural. În aceste procese intervine auxina sintetizată în apexul coardelor, care determină dominanţa apicală şi acidul abscisic sintetizat de frunzele mature, care induc repausul mugural.

Creşterea în lungime a lăstarilor se realizează prin diviziunea meristemului intercalar situat la baza internodurilor şi prin extensia celulelor nou-formate (Vlăduţ, 1976). Cea mai intensă creştere s-a înregistrat când internodurile au avut 5–6 cm şi aceasta încetează la majoritatea soiurilor, când ajung la lungimea de 8–9 cm.

În ceea ce priveşte situarea în timp a procesului de creştere a lăstarilor, s-a constatat că începe după dezmugurit şi la început se

desfăşoară într-un ritm lent. Viteza maximă de creştere se realizează în perioada ce precede înfloritul, iar o dată cu înfloritul ritmul acestui proces scade (Winkler, 1962).

După Nicov (1962), creşterea lăstarilor are un maximum care variază în funcţie de condiţiile climatice ale anului. Acest maximum poate precede, coincide sau survine după începutul înfloritului.

Cercetările efectuate în dinamică au dovedit că procesul de creştere al lăstarilor are aspectul unei curbe sigmoide, valorile minime fiind determinate la începutul şi la sfârşitul acestei perioade. În general, creşterea în lungime a internodului durează cca 15–25 zile şi cu cât este mai lungă această perioadă, cu atât sunt mai mari dimensiunile internodurilor şi ale frunzelor. Viţa de vie este considerată printre plantele cu creşterea intensă, lungimea lăstarilor anuali variind între 1 şi 6 m (Champagnol, 1984).

Durata perioadei de creştere, respectiv momentul încetării acestui proces este dependent de vigoarea viţelor şi de condiţiile mediului ambiant. Modificarea raportului hormonal determinată de raportul mare dintre frunzele bătrâne şi cele tinere, fotoperioadele scurte, temperaturile scăzute din timpul nopţii, seceta, fertilizările cu azot reduse etc. conduc la oprirea procesului de creştere.

Creşterea viţei de vie este influenţată de factori interni şi externi. Dintre **factorii interni** de creştere o importanţă deosebită are modificarea raportului dintre hormonii stimulatori şi inhibitorii de creştere. De asemenea, capacitatea de creştere este dependentă de vârsta viţelor, de însuşirile de soi, de portaltoi şi sistemul radicular şi de cantitatea de substanţe de rezervă.

Vârsta viţelor este corelată cu capacitatea de creştere. Astfel, viţele tinere, în vârstă de 7–15 ani, au cea mai mare capacitate de creştere (Champagnol, 1984).

Creşterea coardelor şi a lăstarilor este determinată şi de **vigoarea plantelor**, care poate fi exprimată prin cantitatea lemnului înlăturat la tăiere, măsurarea diametrului internodului sau prin numărul de muguri maturi produşi de un butuc.

Viţele viguroase se caracterizează printr-o intensitate mare a proceselor metabolice, ritm rapid de diviziune celulară, lăstari cu lungime şi diametru mare şi intrare tardivă în vegetaţie. Vigoarea vegetativă mare generează însă o competitivitate nutriţională între vârfurile de creştere şi ovare, ceea ce contribuie la fenomenul de meiere (Rives, 1971). Champagnol (1984) menţionează printre soiurile

cu vigoare vegetativă mare: Grenache, Carignan, Cabernet Sauvignon, Syrah, Ugni blanc, Sultanina şi Cabernet franc.

Stoev (1979) a constatat că ritmul maxim de creştere a lăstarilor se manifestă concomitent la toate soiurile şi variază, de la un an la altul, în funcţie de factorii ambianţi şi, în special, de temperatură.

Temperatura este, după Alleveldt (1967), un factor limitativ de creştere, în partea de nord a zonei de cultură. Temperatura minimă la care pot rezista mugurii în perioada dezmuguritului este de –2 °C, iar temperatura minimă pentru creşterea viţei de vie este de 10 °C. Temperatura optimă variază în funcţie de soi: 21 °C pentru Delaware şi Concord şi 27 °C pentru Muscat de Alexandria. După Buttrose (1968), temperatura optimă pentru creşterea viţei de vie, soiul Muscat de Alexandria, este de 25 °C şi intensitatea acestui proces este mai mare noaptea comparativ cu ziua (Champagnol, 1984).

În condiţiile unei temperaturi medii mai ridicate în lunile mai şi iunie, intensitatea maximă a creşterii lăstarilor poate coincide cu începutul înfloritului, iar în condiţiile unor temperaturi mai coborâte poate avea loc după sfârşitul înfloritului.

Cercetările efectuate de Woodham şi Alexander (1966) au scos în evidenţă că cele mai mari creşteri ale tulpinii se realizează când temperatura de la nivelul rădăcinii este în jur de 30 °C. Kliever (1975) a urmărit intensitatea procesului de creştere la soiul Cabernet Sauvignon, ale cărui rădăcini au fost menţinute la temperatura de 11, 15, 20, 25, 30 şi 35 °C, în perioada ianuarie–martie. Cele mai mari creşteri au fost determinate la plantele rădăcinile cărora au fost expuse la temperatura de 30 °C, constatându-se cel mai mare număr de frunze, cea mai mare suprafaţă foliară şi cel mai ridicat conţinut de substanţă uscată acumulată în coarde. Valorile acestor parametri au scăzut când temperatura la nivelul rădăcinii a crescut la 35 °C.

Variaţia diurnă–nocturnă a temperaturii reprezintă un factor important ce influenţează procesul de creştere a lăstarilor. Kliewer şi Lider (1970) au precizat că temperatura diurnă de 20 °C şi nocturnă de 15 °C au efect stimulator asupra procesului de creştere.

La începutul perioadei de vegetaţie (luna mai), cca 65 % din totalul creşterilor zilnice se realizează ziua. În luna iunie, creşterile diurne şi nocturne sunt egale, pentru ca la sfârşitul lunii iulie creşterile diurne să reprezinte doar 33 % din creşterile zilnice (Nicov, 1962). Creşterile diurne reduse din timpul verii sunt determinate de stresul hidric şi termic care este mai mare ziua faţă de perioada nocturnă.

Stoev (1979) a constatat că influenţa altor factori de mediu ca: precipitaţiile, umiditatea relativă a aerului, radiaţiile solare etc. este mai puţin sesizabilă, iar factorii agrotehnici: irigarea, fertilizarea, numărul de ochi pe butuc, operaţiile *în verde*, epoca de efectuare a tăierilor etc. au avut deseori efecte contradictorii.

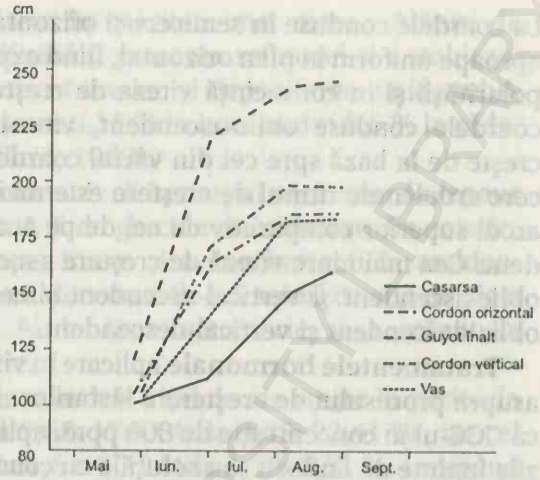


Fig. 2.1. Creşterea mugurilor la soiul Galioppo nero cu diferite sisteme de conducere a coardelor (Russo, 1992)

Ponchia şi Giulivo (1992) au determinat vigoarea de creştere a viţei de vie, cultivate în sol lucrat ca ogor negru şi înierbat, prin substanţa uscată acumulată. S-a constatat că în cazul plantelor provenite de pe solul înierbat, substanţa uscată a fost mai mică cu 37–83 % la soiul Merlot şi cu 38–70 % la soiul Raboso Piave comparativ cu cele provenite din solul cultivat ca ogor negru. Autorii consideră că diferenţele de creştere se datoresc competiţiei pentru apă şi substanţe minerale dintre ierburi şi rădăcinile viţei de vie.

Cercetările efectuate în condiţiile climatului mediteranean au stabilit că rehidratarea solului la sfârşitul verii, în condiţii de temperaturi ridicate, induce sinteza citochininelor în radăcini şi stimulează procesul de creştere.

Russo (1992) a determinat influenţa a 5 forme de conducere asupra creşterii lăstarilor de viţă de vie, soiul Galioppo nero, cultivat în Calabria. Cele mai mari creşteri s-au determinat la viţele conduse sub formă de cordon orizontal şi cele mai mici la tipul Casarsa (*Fig. 2.1.*). Cercetările efectuate de Baeza ş.a. (1995) au precizat că în cazul soiului Tempranillo, altoit pe 110 R, cultivat în zona Madridului, spalierul vertical a dat cele mai bune rezultate în ceea ce priveşte suprafaţa foliară, intercepţia radiaţiilor fotosintetic active şi producţia obţinută.

Oprea (1960) a precizat că viteza de creştere a lăstarilor este dependentă de poziţia lăstarului pe coardă şi a coardei faţă de verticală.

La coardele conduse în semicerc şi orizontal, lăstarii sunt repartizaţi aproape uniform în plan orizontal, fiind expuşi în mod egal influenţei polarităţii şi în consecinţă viteza de creştere este practic egală. La coardele conduse oblic-ascendent, viteza de creştere a lăstarilor creşte de la bază spre cei din vârful coardei. La coardele conduse în cerc ardelenesc ritmul de creştere este mai mare la lăstarii situaţi în arcul superior comparativ cu cei de pe arcul ascendent sau descendent. Cea mai mare viteză de creştere s-a constatat la lăstarii dirijaţi oblic-ascendent şi vertical-ascendent şi cea mai mică la cei dirijaţi oblic-descendent şi vertical-descendent.

Tratamentele hormonale aplicate în vii pot să aibă efecte diferite asupra procesului de creştere a lăstarilor. Ionescu (1987) a precizat că CCC-ul în concentraţie de 800 ppm, aplicat prin stropire cu 10–15 zile înainte de înflorit sau soluţiile cu concentraţia de 1 600 – 2 000 ppm, aplicate la 10–15 zile după legarea fructelor, au redus creşterea lăstarilor cu 21 % la soiul Crâmpoşoaie selecţionată şi cu 18,7–24,1 % la Tămâioasă românească.

Starea fitosanitară a plantei, respectiv extinderea atacului microorganismelor parazite şi a dereglărilor fiziologice, reduce ritmul de creştere a plantelor de viţă de vie.

În timpul procesului de creştere a lăstarilor, substanţele nutritive sunt transportate prioritar spre zonele de creştere, unde are loc acumularea de glucide, proteine, substanţe minerale etc. **Acumularea substanţei** uscate în tulpina viţei de vie are o dinamică caracteristică, care se poate reprezenta grafic sub forma unei curbe sigmoide.

Seiculescu ş.a. (1992) au precizat că în cazul soiului Fetească regală ritmul de acumulare a substanţei uscate într-un butuc este de maximum 32,17 g/zi, în perioada de creştere a bacelor. Din această cantitate 86 % au fost acumulate în frunzele situate pe lăstarii principali. Biomasa sintetizată de o viţă este distribuită astfel: 50,12 % în struguri şi 49,88 % în celelalte organe.

Considerând că substanţa uscată determinată în organele perene înainte de intrarea în vegetaţie reprezintă 100 %, după formarea frunzelor scade la 40–50 % (Wermelinger şi Koblet, 1990), în timpul formării fructelor este mai mică de 40 %, iar înainte de căderea frunzelor creşte din nou ca urmare a acumulării substanţelor translocate din frunze.

O dinamică similară s-a constatat pe parcursul perioadei de repaus vegetativ şi în cazul glucidelor totale, al glucidelor solubile şi insolubile. Analiza glucidelor din lăstarii viţei de vie a evidenţiat că glucoza,

fructoza şi zaharoza se găsesc în cantitate mai mare. Alături de aceste glucide, a fost identificată şi prezenţa rafinozei şi a stahiozei (Lattes ş.a., 1966). Concomitent are loc şi depozitarea amidonului, conţinutul acestuia variind între 0,15 % în luna mai şi 8,5 % la căderea frunzelor (Alquier-Bouffard, 1969).

Dvornic ş.a. (1966) au constatat că în timpul perioadei de repaus creşte proporţia de apă legată şi de glucide reducătoare din coarde, concomitent cu scăderea apei libere şi a conţinutului în amidon. Astfel, conţinutul în apă liberă din coardele a 5 soiuri de viţă de vie a variat între 48,5 şi 54,8 % în luna octombrie şi a scăzut la 36,5–45,9 % în luna ianuarie.

Conţinutul în amidon din coardele viţei de vie creşte în perioada septembrie–octombrie de la 9,68–17,97 % la 9,83–22,41 % , iar cel de glucide reducătoare de la 1,61–2,13 % la 1,30–2,51 %. Începând cu luna decembrie, amidonul depozitat este hidrolizat treptat, atingând valori minime în luna februarie (7,52–14,60 %), în timp ce glucidele reducătoare cresc la 5,39–6,53 %.

Conţinutul în proteine din coardele viţei de vie scade după dezmugurit, dar azotul total creşte (Dintcheff ş.a., 1964). În timpul maturării strugurilor, tulpinile reprezintă o sursă de compuşi azotaţi pentru aceştia, pentru ca în faza de senescenţă să se realizeze o nouă acumulare datorită retranslocării aminoacizilor din frunze, înainte de căderea acestora (Pate şi Layezell, 1981).

Cercetările efectuate de Schaller ş.a. (1990), la soiul Müller Thurgau, au precizat că la începutul perioadei de vegetaţie conţinutul în azot total al tulpinii are valoarea maximă (2 % substanţă uscată) şi scade la sfârşitul perioadei de vegetaţie până la 0,4–0,5 g/100 g subst. uscată. Conţinutul în azot total din întreaga tulpină are valori mici (200 mg N/plantă) la începutul perioadei de vegetaţie şi creşte până la 6 500 mg N/plantă, la sfârşitul vegetaţiei.

Lohnertz ş.a. (1998) au constatat că azotul depozitat în rădăcini, butuc şi coarde are rol tampon, este mobilizat după dezmugurit şi rezervele sunt refăcute în timpul perioadei de maturare. Schaller ş.a. (1990) au precizat că la sfârşitul perioadei de vegetaţie în tulpini se găsesc aproximativ 7 000 mg azot, iar în bace aproximativ 10 000 mg azot/plantă.

În ceea ce priveşte conţinutul în aminoacizi al lăstarilor, s-a constatat că ponderea o constituie seria acidului glutamic, din care componentul principal este arginina (Alquier-Bouffard, 1969). În faza de intrare a lăstarilor în repaus vegetativ, arginina reprezintă 27 % din

totalul aminoacizilor din lăstari şi 20 % din totalul aminoacizilor din coarde.

Conţinutul în aminoacizi din tulpina viţei de vie, soiul Müller Thurgau, are o dinamică similară cu a azotului total (Schaller ş.a., 1990). Aceşti compuşi reprezintă la începutul perioadei de vegetaţie mai mult de 50 % din azotul total din tulpini. Proporţia scade la 20 % în faza de pârgă şi la 17 % după recoltare.

Bounard (1987) a dovedit că nu există o corelaţie între cantitatea de glucide din organele perene ale viţei de vie şi creşterea coardelor şi a lăstarilor.

Analizele efectuate de Alquier-Bouffard (1969) la lăstarii de 1 an au precizat că în perioada de creştere intensă are loc acumularea acidului malic şi tartric, iar în timpul lignificării lăstarilor se acumulează acidul malic şi citric. Determinările efectuate la coardele de 2 ani au evidenţiat o similitudine în ceea ce priveşte dinamica acizilor organici.

Condei şi Ciolacu (1992) au urmărit acumularea ionilor în timpul creşterii organelor viţei de vie, soiul Riesling italian, cultivat la Drăgăşani, şi au constatat acumularea azotului, fosforului şi a potasiului în faza ce precede dezmuguritul şi scăderea concentraţiei acestor elemente, după dezmugurit. Ca urmare, acumulările de substanţă uscată, azot, fosfor şi potasiu în organele anuale ale viţei de vie sunt ascendente, putând fi reprezentate grafic sub forma unei curbe sigmoide.

Dinamica conţinutului în substanţe minerale din organele vegetative ale viţei de vie, soiul Riesling italian, este ascendentă până în perioada ce precede legarea bacelor (Lohrentz, 1988). De la această fază şi până la 4 săptămâni înainte de pârgă absorbţia substanţelor minerale este aproape nulă. După faza de pârgă, elementele minerale sunt depozitate preferenţial în bace, realizându-se un al doilea maximum de absorbţie.

Conţinutul în nitraţi din tulpina viţei de vie depăşeşte 4 500 ppm (Lohrentz, 1988). Analizele efectuate au evidenţiat un maximum înainte de înflorit, o scădere în timpul fazei de pârgă şi un al doilea maxim la sfârşitul perioadei de vegetaţie.

Maturarea coardelor (coacerea lemnului) este un proces fiziologic influenţat de factorii din mediul înconjurător. Fotoperioadele scurte, temperatura scăzută, dar şi starea de aprovizionare cu apă, îngrăşămintele aplicate şi caracteristicile solului influenţează procesul de maturare a lemnului (Alleweldt, 1967).

În perioadele în care temperatura ambiantă scade la valori cuprinse între 10 şi 0 °C, are loc intensificarea procesului de retranslocare a glucidelor din frunze în organele perene, iar conţinutul în apă al acestor organe scade treptat. La temperaturi negative se intensifică procesul de hidroliză a amidonului, ceea ce contribuie la maturarea lemnului, respectiv la creşterea rezistenţei la îngheţ.

Aprecierea gradului de maturare a lemnului se poate face prin determinarea conţinutului în apă al lăstarilor, care variază în limite specifice în funcţie de soi şi de raportul lemn/măduvă. Variaţia conţinutului în apă al celulelor este corelată cu valoarea presiunii osmotice, care poate constitui un alt indicator pentru aprecierea gradului de maturare şi a rezistenţei la îngheţ a lemnului.

Se pot folosi ca indicatori şi conţinutul ţesuturilor în glucide solubile, în ioni liberi (dozaţi conductometric) sau în aminoacizi liberi, îndeosebi prolină.

Rezistenţa la îngheţ a coardelor este determinată nu numai de maturarea acestora, ci constituie un caracter genetic. Astfel, Huglin (1986) subliniază că *Vitis amurensis* poate rezista până la temperaturi de –40 °C, *Vitis vulpina* şi *Vitis rupestris* rezistă la 30 °C, *Vitis lambrusca* la –25 °C , iar *Vitis berlandieri* — până la –20 °C. Chiar şi soiurile cultivate în România pot fi grupate în funcţie de rezistenţa lor la ger în:

– *soiuri rezistente:* Riesling de Rin, Riesling italian, Pinot noir;
– *soiuri sensibile:* Traminer, Neuburger.

Trebuie menţionat faptul că, în general, coardele sunt mai rezistente la îngheţ comparativ cu mugurii şi, ca urmare, primele simptome ale efectului temperaturilor coborâte se manifestă la nivelul mugurilor.

Maturarea coardelor şi realizarea capacităţii de rezistenţă la îngheţ se caracterizează prin modificări histologice, biochimice şi fiziologice care se produc la nivelul celulelor coardelor.

O primă modificare ce are loc pe parcursul acestui proces constă în formarea unui ţesut protector, alcătuit din celule moarte (peridermă), pe suprafaţa coardelor. Acest proces începe de la baza coardelor în luna august şi continuă până la începutul lunii octombrie.

Deosebit de importantă este acumularea substanţelor de rezervă în ţesuturile coardelor. Toamna, după recoltarea strugurilor, are loc depozitarea în coarde şi lăstari a substanţelor de rezervă, sub formă de amidon. Acesta se depozitează în amiloplastele existente în parenchimul liberian, medular şi lemnos, sub forma unor granule cu dia-

metrul de 8 mm (Buttrose, 1966). Amidonul din frunze reprezintă o formă temporară de depozitare a fotosintetizatelor. În timpul nopţii amidonul este hidrolizat cu formarea de glucoză, care este izomerizată parţial la fructoză, iar din aceste două substanţe este sintetizată zaharoza, care este transportată prin vasele liberiene spre toate organele viţei de vie. În perioada cu maximum fotosintetic, cantitatea de amidon depozitată în frunze poate ajunge până la 23 % din substanţa uscată (Buttrose şi Hale, 1971), cantitate ce nu poate fi transportată în timpul unei nopţi. În acest caz, transportul se realizează treptat pe parcursul perioadei de vegetaţie şi, mai ales, înainte de căderea frunzelor.

Înainte de abscisia frunzelor, are loc şi hidroliza unor proteine şi poliglucide din frunze şi retranslocarea acestora sub formă de aminoacizi şi, respectiv, glucide solubile, în coarde şi lăstari. Simultan are loc şi retranslocarea ionilor cu mobilitate mare: azot, fosfor, potasiu, magneziu etc. Toate aceste substanţe fiind utilizate în realizarea capacităţii de rezistenţă la îngheţ a coardelor, fie ca substrat respirator pentru producerea de energie biochimică.

Eliminarea apei din coarde şi lăstari se face prin lenticele şi stomate. Acest proces conduce la concentrarea sucului celular, la micşorarea volumului vacuolei, întreruperea plasmodesmelor şi realizarea plasmolizei de iarnă.

Maturarea lemnului corespunde cu perioada când glucidele totale ajung la valoarea maximă. Această perioadă variază în funcţie de vigoarea soiului, de încărcătura de rod, de condiţiile climatice etc. şi corespunde, în general, cu repausul vegetativ profund al plantei. În timpul perioadei respective eşalonată pe parcursul câtorva luni, intensitatea procesului de respiraţie este foarte scăzută şi deci consumul de glucide în acest proces este mic. Concomitent eliminarea apei prin procesul de transpiraţie determină creşterea aparentă a conţinutului în glucide totale (Huglin, 1986). Începând cu mijlocul lunii octombrie, se intensifică procesul de hidroliză a amidonului, rezultând creşterea conţinutului în glucide solubile, care este corelată cu scăderea temperaturii de îngheţ. Această creştere a conţinutului în glucide solubile nu se poate datora translocării acestora din alte organe, datorită faptului că circulaţia prin vasele conducătoare este blocată, dar se presupune că în coarde şi lăstari poate să aibă loc biosinteza glucidelor din alţi compuşi organici (Bouard, 1967).

Pe parcursul lunilor decembrie şi ianuarie, conţinutul în glucide solubile are valoarea maximă (10–12 % subst. uscată), timpul

menţionat fiind caracterizat, de altfel, prin cele mai scăzute temperaturi. În februarie şi martie conţinutul în glucide solubile scade ca urmare a utilizării lor în procesul de respiraţie care se intensifică în această perioadă, cât şi pentru creşterile vegetative care se intensifică în timpul perioadei de ieşire din repausul vegetativ. Rezultate similare au obţinut şi Georgescu şi Ilie (1970), în condiţiile climatice din zona Bucureşti–Băneasa.

Toate aceste procese pot fi considerate ca adaptative, contribuind la sporirea rezistenţei la îngheţ a ţesuturilor. În acest sens Alleweldt (1967) precizează că la soiurile roditoare, coardele sunt afectate de ger numai la temperaturi sub –20 °C.

Sinteza rezultatelor obţinute de Stoev (1971) evidenţiază că în ramurile verzi predomină glucoza şi fructoza, faţă de zaharoză şi amidon. În perioada de acumulare a amidonului în coarde a fost identificată numai prezenţa zaharozei. După căderea frunzelor a fost identificată prezenţa unui număr mai mare de glucide: rafinoză, maltoză, stahioză şi melibioză, alături de glucoză, fructoză şi zaharoză, pentru ca la începutul lunii februarie să dispară maltoza.

Până în prezent nu s-a ajuns la un punct de vedere comun în explicarea acestor modificări ale conţinutului în diferitele forme de glucide şi anume de ce în timpul vegetaţiei se identifică numai glucoza, fructoza şi zaharoza, iar în perioada de repaus vegetativ apar şi maltoza, rafinoza, stahioza şi melibioza.

Dezmuguritul şi începerea unei noi perioade de creşteri vegetative are loc primăvara, când se realizează o sumă caracteristică a temperaturilor active (peste 10 °C). Acrotonia se manifestă şi în cazul dezmuguritului, fiind o consecinţă a acrotoniei lăstarilor. Ca urmare, dezmuguritul are loc mai întâi în partea apicală a lăstarilor şi între dezmuguritul mugurilor din zona apicală şi a celor din zona bazală este o diferenţă de 12–15 zile.

Capitolul 3
Creşterea mugurilor şi repausul mugural

Mugurii reprezintă vârfuri de creştere meristematice, acoperite de primordii foliare şi protejate de catafile, care se formează la subsuoara frunzelor existente în muguri sau pe lăstarul în creştere.

3.1. Creşterea mugurilor

Mugurii viţei de vie sunt alcătuiţi fie dintr-un singur con de creştere, aşa cum este cazul la mugurii apicali, fie din mai multe care alcătuiesc un ochi, aşa cum este cazul la mugurii axilari. Mugurul apical asigură creşterea în lungime a lăstarilor şi coardelor, proces ce se realizează prin diviziunea celulelor din meristemul apical. La exterior se găseşte tunica alcătuită din două straturi de celule care acoperă corpusul. Celulele tunicii se divid anticlinal, în timp ce ale corpusului se divid atât anticlinal, cât şi sinclinal. Prin diviziunea celulelor din meristemul lateral, care formează "inelul iniţial", iau naştere primordiile foliare şi ramificaţiile laterale ale tulpinii.

Partea apicală a lăstarilor, inclusiv mugurul terminal moare în timpul iernii, iar creşterea reîncepe în anul următor prin diviziunea meristemelor din mugurii laterali, de pe lăstarii lignificaţi (maturaţi).

Mugurii axilari sunt muguri complecşi şi se găsesc la baza frunzelor. Primul mugur care se formează în acest complex, denumit şi mugur primar, are o creştere rapidă şi în circa 25 de zile de la formare va da naştere la un copil. Zanoschi şi Toma (1985) au precizat că un mugur de copil poate avea preformate 7–15 noduri, cu un număr similar de primordii foliare şi cu 1–3 primordii florale.

Când mugurul primar dă naştere unui lăstar, mugurul secundar devine mugur principal, care are sub catafilele sale două vârfuri vege-

tative care formează mugurii stipelari. Mugurii secundari pornesc în vegetaţie, în cele mai multe cazuri, numai dacă mugurii primari au fost distruşi. De obicei, rămân în stare de repaus vegetativ.

Lepădatu (1956) a urmărit diferenţierea mugurilor de rod la 20 de soiuri de viţă de vie, constatând că poziţia mugurului care se diferenţiază variază în funcţie de soi. Astfel, la soiul Coarnă neagră se diferenţiază mai întâi mugurii de la nodurile 5 şi 6, la Aligote mugurul 3, la Traminer roz mugurii 4 şi 5, la Băbească neagră mugurii 4 şi 6, la Negru vârtos mugurii 5 şi 7, la Fetească albă mugurul 7, iar la Muscat Ottonel mugurul de la nodul 8.

Procentul de muguri fertili de pe coarde prezintă o variaţie care este dependentă de caracteristicile de soi. Astfel, Forlani ş.a. (1981) au constatat că soiul Traminer a avut 80 % ochi fertili, 16,7 % ochi sterili şi 3,3 % ochi neporniţi, în timp ce soiul Cabernet franc a avut doar 56 % ochi fertili, 13,7 % ochi sterili şi 30,3 % ochi neporniţi în vegetaţie.

Alsadi ş.a. (1979) au urmărit evoluţia ultrastructurii la soiul Ugni blanc, cultivat la Bordeaux. Iniţierea noilor primordii este consecinţa activării zonei inelului iniţial, situat la subsuoara ultimului primordiu format. În această zonă se găsesc proplastide cu sistemul lamelar redus.

La sfârşitul lunii mai mugurul principal are iniţiate 4–6 primordii foliare, în care se remarcă plastide prevăzute cu lamele tilacoide şi granule de amidon. Iniţierea primordiilor florale are loc în perioada iunie–iulie, când se formează 3 primordii noi foliare şi 2 primordii ale inflorescenţelor (*Fig. 3.1.*), iar începând cu sfârşitul lunii iulie nu se mai observă creşteri.

Chekal (1994) a constatat că iniţierea primelor primordii ale inflorescenţelor are loc la sfârşitul lunii mai, când suma temperaturilor a fost de 829 °C pentru soiul Flame seedles, în timp ce la soiul Superior seedles a avut loc mai târziu cu o săptămână, când suma temperaturilor acumulate a fost de 1 104 °C.

După Lilov ş.a. (1987), formarea primordiilor este strâns corelată cu nivelul scăzut de acid abscisic şi cu proporţia ridicată de auxine din aceste organe. Palma şi Jackson (1989) au constatat că auxinele stimulează iniţierea unui număr mare de primordii în muguri. Analizele efectuate de Dzaguidze şi Chanisbivili (1985) au evidenţiat că în mugurii apicali există un conţinut relativ scăzut de auxine pe întreg parcursul perioadei de vegetaţie, în timp ce giberelinele prezintă un maximum la înflorit.

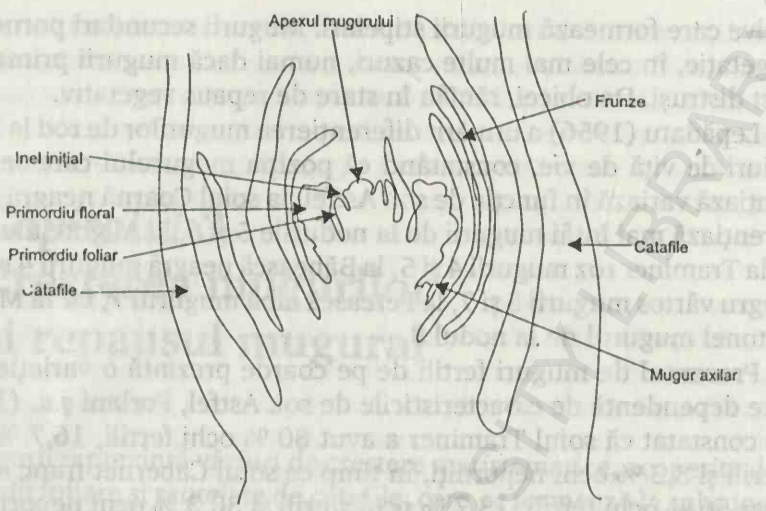


Fig. 3.1. Părțile componente ale unui complex mugural (Absaidi ş.a., 1979)

Tratamentele cu CCC în concentraţie de 3 % efectuate de Chekal (1994) au întârziat cu o săptămână iniţierea primordiilor, dar au crescut numărul şi volumul primordiilor inflorescenţelor. Aceste rezultate sunt în concordanţă cu cele obţinute de Srinivassan şi Mullins (1980), după care CCC-ul întârzie creşterea vegetativă şi stimulează formarea primordiilor florale.

Aplicarea acidului giberelic (50 mg/l) a redus numărul de primordii, dar volumul lor este sensibil mărit. Cel mai mare efect asupra creşterii numărului şi volumului inflorescenţelor s-a constatat la tratamentul simultan cu 50 mg/l acid giberelic, 20 mg/l auxină şi 15 mg/l difenil carbamid. Acest efect se datoreşte, probabil, efectului sinergic al acestor substanţe reglatoare de creştere.

Shulman ş.a. (1981) au constatat că stropirile cu soluţie de cianamidă de calciu ($CaCN_2$), cu concentraţie de 0,25–1,25 mol, induce deschiderea rapidă a mugurilor aflaţi în repaus vegetativ.

La baza frunzelor şi pe lăstarii anuali se formează muguri complecşi, care alcătuiesc complexele mugurale de iarnă. Acestea sunt alcătuite dintr-un mugur primar pe axa căruia se formează muguri secundari şi terţiari. Sub acţiunea factorilor ambianţi, în meristemele complexelor mugurale de iarnă are loc procesul de inducţie florală, prin care meristemul vegetativ se transformă în meristem floral.

În funcţie de condiţiile climatice din zona de cultură, inducţia florală are loc la sfârşitul lunii mai sau în luna iunie. Pauget (1960) a

constatat că la sfârşitul lui iulie se poate induce dezmuguritul, iar la sfârşitul lui septembrie mugurii intră în repaus vegetativ (dormanţă).

Ionescu (1989) a stabilit următoarele faze ontogenetice ale mugurilor de iarnă:

Faza 1. Apariţia şi existenţa singulară a mugurului de copil. Interval fenologic: înmugurit–lăstar cu 5 frunze degajate.

Faza a 2-a. Apariţia mugurului principal din ochiul de vară, viitor ochi de iarnă; formarea ochiului primar. Intervalul fenologic: lăstar cu 5 frunze degajate–lăstar cu 10 frunze degajate.

Faza a 3-a. Degajarea copilului şi formarea ochiului de vară. Interval fenologic: 10 frunze degajate–sfârşitul înfloritului (30 zile, mai–iunie).

Faza a 4-a. Iniţierea şi formarea primului primordiu de inflorescenţă pe mugurul principal din ochiul de vară, viitor mugur de iarnă. Interval fenologic: sfârşit de înflorit – bacă cu diametrul de 12 mm (30 de zile, iunie–iulie).

Faza a 5-a. Iniţierea şi formarea primordiilor inflorescenţelor 2 şi 3 din mugurul principal din ochiul de vară. Interval fenologic: bacă cu diametrul 12 mm – apariţia primelor celule cu suber pe catafilele ochiului (50 zile, august–octombrie).

Faza a 6-a. Definitivarea morfoanatomică a ochiului de iarnă, repaus mitotic. Interval fenologic: apariţia primelor celule suberificate pe catafilele ochiului de iarnă – îndepărtarea catafilelor ochiului de iarnă (190 de zile, octombrie–martie).

Faza a 7-a. Reluarea activităţii mitotice, umflarea incipientă a mugurilor. Interval fenologic: îndepărtarea catafilelor ochiului de iarnă – umflarea incipientă a ochiului (10 zile, martie).

Faza a 8-a. Înmugurit. Reper fenologic: umflarea ochiului (10 zile, aprilie).

Faza a 9-a. Dezmugurit. Reper fiziologic: apariţia vârfului primei frunze (10 zile, aprilie).

Analiza mugurilor efectuată de Ionescu (1989) a precizat că cea mai mare cantitate de apă liberă a fost determinată în faza a 3-a (20 mai–20 iunie), iar cea mai scăzută în faza a 6-a (septembrie–martie).

Conţinutul în glucide solubile a avut valoarea minimă în fazele 4–5 (iulie–începutul lui august), iar valorile maxime la mijlocul fazei a 6-a (ianuarie–februarie). În ceea ce priveşte conţinutul în aminoacizi liberi a avut valoarea maximă în fazele 7–9 în care procesele metabolice au fost mai intense, iar valoarea minimă în fazele 4–5.

Todorov ş.a. (1976) au urmărit modificarea conţinutului în aminoacizi liberi din mugurii soiurilor Tamianka şi Cabernet Sauvignon, intraţi în repaus vegetativ, în funcţie de temperatura ambiantă. La temperaturi de până la –15 °C, conţinutul în aminoacizi liberi din mugurii ambelor soiuri scade ca urmare a încorporării lor în proteine. La temperaturi care au efecte negative asupra mugurilor (–20 °C), conţinutul în aminoacizi liberi creşte brusc ca urmare a hidrolizei proteinelor. Creşterea este mai evidentă la soiul Tamianka, care este sensibil la frig şi mai puţin evident la soiul Cabernet Sauvignon, care este foarte rezistent la frig.

3.2. Repausul vegetativ mugural (dormanţa)

Repausul vegetativ, denumit în ultimul timp *dormanţă*, reprezintă un proces adaptativ prin care plantele din zonele cu alternanţa de sezoane realizează capacitatea de supravieţuire în perioada rece a anului. În acelaşi timp, plantele dobândesc capacitatea de a intra în vegetaţie mai repede, la temperaturi coborâte (5–10 °C).

Repausul vegetativ este un proces controlat genetic, iar expresia genelor repausului se manifestă sub acţiunea factorilor ambianţi şi, mai ales, a fotoperioadei, temperaturii. Kim şi Ko (1986) au constatat că există o sensibilitate diferită a soiurilor de viţă de vie la acţiunea fotoperioadei şi a nivelului temperaturii pentru inducerea repausului vegetativ. În general, fotoperioada scurtă şi temperatura sub 15 °C a indus repausul vegetativ, modificând balanţa hormonală. Ca urmare, s-a constatat scăderea conţinutului rădăcinilor şi a coardelor în gibereline şi citochinine, precum şi creşterea proporţiei de etilenă şi acid abscisic.

During şi Kesmali (1975) au constatat că în perioada de repaus vegetativ, conţinutul în acid abscisic al mugurilor şi nodurilor de la soiurile Muller Thurgau, Portugieser şi Riesling creşte mai mult de 6 ori cu un maximum în luna octombrie şi descreşte în lunile noiembrie şi decembrie, la nivelul iniţial (*Fig. 3.2.*). Chekol (1994) a precizat că există o corelaţie între intensitatea maximă a repausului şi concentraţia acidului abscisic, care are un maximum în perioada octombrie–martie.

Chekol (1994) a constatat că activitatea giberelinelor din mugurii soiului Flame Seedless are două maximumuri, unul mai mic în iulie – august şi altul mai mare la sfârşitul repausului în lunile februa-

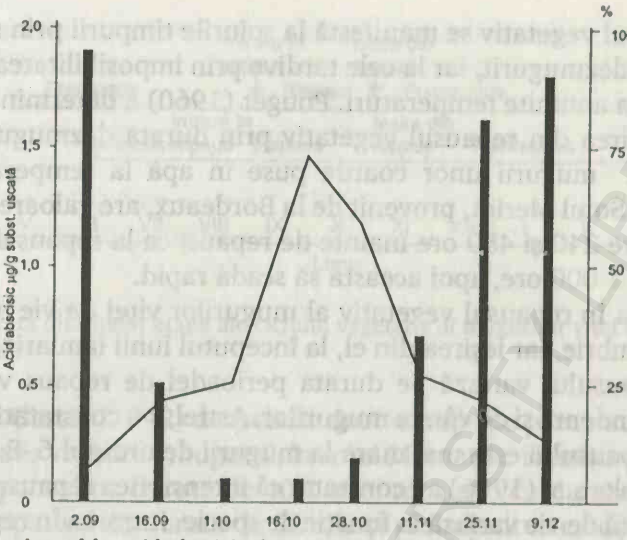


Fig. 3.2. Conţinutul în acid abscisic din mugurii soiului Riesling şi creşterea acestora în perioada septembrie–octombrie (During şi Kismali, 1975)

rie–aprilie, iar Weaver (1959) a precizat că tratamentele cu gibereline au prelungit perioada de repaus vegetativ mugural.

Activitatea auxinelor din muguri a avut un minim în perioada august–septembrie şi un maxim în perioada ianuarie–martie (Chekol, 1994). Activitatea minimă corespunde cu perioada dintre diferenţierea primordiilor şi intrarea în repausul vegetativ.

Factorii care induc repausul vegetativ variază în funcţie de zona de origine a speciei. Astfel, speciile originare din regiunile nordice (ex. *Vitis amurensis*) sunt sensibile la fotoperioadele scurte. Speciile originare din regiunile sudice sunt mai puţin sensibile la durata fotoperioadei, aşa cum s-a constatat la *Vitis caribaea*. În zonele cu climat cald pe tot parcursul anului nu a putut fi pusă în evidenţă existenţa unei perioade de repaus vegetativ.

Temperatura reprezintă un factor de inducere a repausului vegetativ doar în zonele cu climat mai rece, unde instalarea repausului se realizează rapid la temperaturi cuprinse între 12 şi 18 °C.

Pouget (1971) consideră că intrarea în repausul vegetativ mugural este stimulată şi de existenţa frunzelor senescente şi a strugurilor.

Starea de repaus se instalează mai întâi la soiurile timpurii, începând de la baza coardei spre mijlocul acesteia şi ulterior la soiurile târzii (Martin şi Georgescu, 1969).

Repausul vegetativ se manifestă la soiurile timpurii prin scăderea vitezei de dezmugurit, iar la cele tardive prin imposibilitatea dezmuguritului la anumite temperaturi. Pouget (1960) a determinat intrarea şi ieşirea din repausul vegetativ prin durata dezmuguritului a 50 % din mugurii unor coarde puse în apă la temperatura de 20–25 °C. Soiul Merlot, provenit de la Bordeaux, are valoarea D_{50} cuprinsă între 240 şi 480 ore înainte de repaus, ca la repaus durata să crească la 1 000 ore, apoi aceasta să scadă rapid.

Intrarea în repausul vegetativ al mugurilor viţei de vie are loc în luna noiembrie, iar ieşirea din el, la începutul lunii ianuarie. Intensitatea repausului variază pe durata perioadei de repaus vegetativ, fiind dependentă şi de vârsta mugurilor. Astfel, s-a constatat că intensitatea repausului este mai mare la mugurii de ordinul 6–8.

Mochioka ş.a. (1996) au constatat că intensitatea repausului plantelor de viţă de vie variază în funcţie de specie. Intrarea în repaus este mai timpurie la viţele de origine nordică, aşa cum este *Vitis amurensis*. Repausul profund are loc în luna octombrie la *Vitis amurensis* şi în noiembrie la viţele de origine subtropicală, acesta corespunzând cu conţinutul maxim de acid abscisic.

Pouget (1972) deosebeşte 5 etape pe parcursul perioadei de repaus vegetativ:

Prerepausul, care începe din momentul în care în muguri s-a realizat diferenţierea organelor florale şi puşi în condiţii optime, pot dezmuguri într-o perioadă cu durata constantă (10–40 de zile).

Intrarea în repaus vegetativ se caracterizează printr-o viteză de dezmugurit din ce în ce mai mică şi are loc în condiţiile din zona Bordeaux în perioada 10 august–10 septembrie.

Repausul vegetativ se caracterizează printr-un potenţial de dezmugurire minim şi durează circa 7 zile, la temperaturi mai mici de 10 °C.

Ieşirea din repausul vegetativ se realizează prin expunerea mugurilor, în continuare, la temperaturi sub 10°C. Într-o primă etapă mugurii realizează capacitatea de a dezmuguri la temperaturi ridicate (20–30 °C), apoi din ce în ce mai coborâte (10–15 °C).

Postrepausul reprezintă perioada ce precede înflorirea. Durata acestei etape variază în funcţie de precocitatea soiurilor, aşa după cum rezultă din *figura 3.3*. Bugnon şi Bessis (1968) au constatat că postrepausul începe în lunile noiembrie–decembrie şi se finalizează în luna ianuarie.

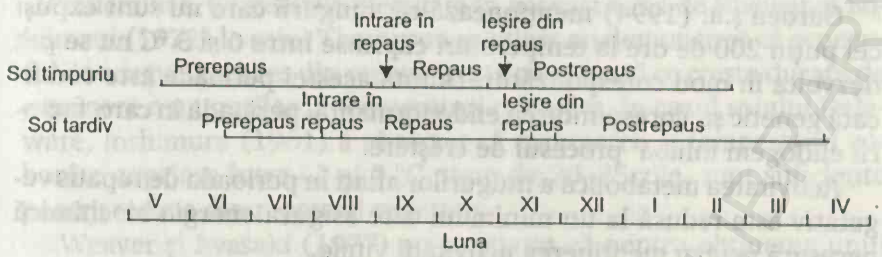


Fig. 3.3. Durata diferitelor etape ale ciclului vegetativ al mugurilor viţei de vie (Pouget, 1988)

Ferer şi Garcia (1992) deosebesc doar 4 etape pe parcursul perioadei de repaus vegetativ mugural, la soiul Muscat de Hamburg, şi anume: prerepausul cu durata de 40,1 zile, repausul cu durata de 85,5 zile, postrepausul cu durata de 32 zile şi preînflorirea cu durata medie de 16,5 zile.

În funcţie de modul de inducere a repausului vegetativ, se pot deosebi 3 tipuri de repaus (Lang 1987):

Ectodormanţa sau repausul forţat, care este determinat de condiţiile nefavorabile ale mediului şi se manifestă înaintea perioadei caracteristice pentru repaus.

Endodormanţa sau repausul propriu-zis, care este determinată de factorii interni şi nu poate fi întreruptă prin modificarea condiţiilor mediului.

Ecodormanţa sau repausul secundar, care este determinat de factorii nefavorabilili ai mediului şi se produce după ce planta a intrat în repaus vegetativ.

Se apreciază că temperaturile coborâte în timpul perioadei de repaus determină realizarea capacităţii de dezmugurire. Temperaturile optime pentru parcurgerea fazei de repaus vegetativ sunt cuprinse între 0 şi 5 °C. Pouget (1992) a precizat că expunerea mugurilor viţei de vie, soiul Merlot, la aceste temperaturi timp de 3–4 săptămâni asigură parcurgerea fazei de repaus vegetativ. Ca urmare, perioada caracteristică de repaus vegetativ pentru soiul Merlot cultivat în zona Bordeaux se realizează între 25 octombrie şi 20 noiembrie. Întreruperea perioadei cu temperaturi coborâte în timpul repausului, cu temperaturi mai ridicate sau mai coborâte, prelungesc perioada de repaus vegetativ, mugurii pierzând o parte din potenţialul de creştere pe care l-au dobândit.

Gardea ş.a. (1994) menţionează că mugurii care nu sunt expuşi cel puţin 200 de ore la temperaturi cuprinse între 0 şi 5 °C nu se pot dezvolta în mod corespunzător. Durata acestei perioade este codificată genetic şi corespunde cu endodormanţa, perioadă în care factorii endogeni inhibă procesul de creştere.

Activitatea metabolică a mugurilor aflaţi în perioada de repaus vegetativ este redusă la un minimum care asigură energia biochimică necesară pentru menţinerea activităţii vitale.

Ranghelov (1971) a constatat că în timpul repausului mugural, intensitatea procesului de respiraţie are valori minime. Activitatea minimă a peroxidazei şi polifenoloxidazei s-a determinat în lunile octombie–noiembrie, iar acidul ascorbic are un conţinut minim la mijlocul lunii octombrie şi creşte pe parcursul perioadei de frig.

Koussa ş.a. (1998) au constatat că dinamica conţinutului în glucide solubile şi amidon din mugurii şi internodurile soiului Merlot este similar pe parcursul unui ciclu de vegetaţie, valorile fiind mai mici în muguri. Glucidele solubile totale scad cantitativ din luna iulie şi până la mijlocul lui octombrie, prezintă o acumulare până la mijlocul lui decembrie, după care are loc o nouă scădere cantitativă până la dezmugurit. Zaharoza şi rafinoza au o creştere cantitativă începând cu luna octombrie, corelat, probabil, cu scăderea temperaturii ambiante şi cu rolul lor crioprotector. Rafinoza are o diminuare cantitativă în muguri începând cu mijlocul lui noiembrie, iar în internoduri înainte de dezmugurit. Conţinutul în amidon din muguri şi internoduri are o dinamică inversă cu cea a glucidelor solubile.

Repausul vegetativ al coardelor poate fi pus în evidenţă de intensitatea procesului de respiraţie. Determinările efectuate de Slavcheva (1996), la 4 soiuri de viţă de vie, la temperatura de 15 °C, au relevat că intensitatea acestui proces a scăzut de la 75–100 mg CO_2/kg/h, la sfârşitul lunii august, la 20–30 mg CO_2/kg/h, la mijlocul lunii februarie. La temperatura de 10 °C, intensitatea acestui proces a scăzut de la 30–50 mg CO_2/kg/h, în luna noiembrie, la 10–25 mg CO_2/kg/h, la mijlocul lunii februarie.

Ieşirea din repausul vegetativ are loc numai după ce mugurii au acumulat o anumită sumă a temperaturilor coborâte active, care variază în funcţie de soi între 0 şi 10 °C (Weaver şi Kazuo, 1977).

Magoon şi Dix (1943) au stabilit că unele tipuri de *Vitis labrusca* şi unele soiuri de origine sudică ies din repausul vegetativ după 200 de ore de expunere la 7,2 °C. Weaver ş.a. (1976) au constatat că perioada de repaus vegetativ al viţelor cultivate în California se termină în

17 noiembrie. Cercetările efectuate în aceeaşi zonă de Kliewer şi Soleimani (1972) la soiul Thompson seedless au demonstrat că procentul de muguri care ies din repaus creşte pe măsură ce creşte durata de expunere a mugurilor la temperaturi coborâte. În cazul soiului Delaware, Ioshimura (1961) a observat că expunerea la temperaturi coborâte cuprinse între –1 şi 0 °C, timp de 20–25 zile, sunt suficiente pentru ieşirea din repausul vegetativ.

Weaver şi Iwasaki (1977) au constatat că pentru obţinerea unui procent maxim de muguri porniţi în vegetaţie este suficientă expunerea acestora timp de 8 săptămâni la temperatura de 0 °C. Perioada de ieşire din repausul vegetativ mugural este situată, după Guerriero ş.a. (1983), în lunile octombrie–noiembrie, după care urmează faza de postrepaus.

Pouget (1967) consideră că pe parcursul perioadei de repaus vegetativ mugural se pot deosebi trei etape distincte, care determină pe de o parte dobândirea capacităţii de dezmugurire şi pe de altă parte dobândirea capacităţii de dezmugurire la temperaturi din ce în ce mai coborâte. În prima etapă se întrerupe repausul vegetativ propriu-zis sub acţiunea temperaturilor coborâte, ceea ce reprezintă un prim nivel de evoluţie. În etapa a doua mugurii dobândesc capacitatea de a dezmuguri la temperaturi din ce în ce mai coborâte, proces care se presupune că este determinat de sinteza substanţelor de creştere. În această etapă durata dezmuguritului este constantă pentru o temperatură dată. În cea de a treia etapă au loc procese de creştere internă care conduc la dezmugurit şi corespunde cu etapa de predezmugurit. Această interpretare permite explicarea faptului că mugurii expuşi la temperaturi coborâte (0–10 °C) dezmuguresc mai repede la temperatura de 10 °C comparativ cu cea de 20–25 °C.

Dacă repausul vegetativ se întrerupe înainte de perioada caracteristică, prin tratamente chimice, în lipsa substanţelor hormonale de creştere, mugurii nu pot intra în vegetaţie decât dacă sunt expuşi la temperatura de 5–10 °C. În schimb, temperaturile de 20–25 °C favorizează intrarea mugurilor în vegetaţie (Pouget, 1965).

Koussa ş.a. (1994) au urmărit variaţia conţinutului în acid abscisic din mugurii soiului Merlot şi au constatat că există o corelaţie foarte semnificativă între capacitatea de dezmugurit şi conţinutul în acid abscisic liber. Acţiunea inhibitoare a acestei substanţe este mai evidentă în cazul izomerilor cis (cis-ABA). Abscisatul de β-D-glucopiranoză reprezintă o formă de depozitare a izomerului cis-ABA activ, în timp ce rolul formei trans este încă obscur. Intrarea în repausul vege-

tativ corespunde cu creşterea conţinutului de cis-ABA, iar ieşirea din repaus corespunde cu esterificarea acestei forme active şi formarea abscisatului de β-D-glucopiranoză inactiv. Aceste modificări au loc după expunerea mugurilor timp de 9 zile consecutiv, la temperaturi mai mari de 10 °C.

Mecanismul prin care se realizează programarea duratei repausului vegetativ mugural nu este bine precizat. Se poate însă presupune că parcurgerea unei perioade cu temperaturi coborâte, în limite specifice, acţionează asupra celulelor din mugurii vegetativi şi floriferi, determinând expresia genelor. Sinteza unui nou ARNm care codifică enzimele implicate în sinteza hormonilor determină modificarea balanţei hormonale. Conţinutul în acid abscisic scade după ce s-a realizat intensitatea maximă a repausului (octombrie), concomitent cu sinteza şi acumularea hormonilor stimulatori de creştere: auxine, gibereline şi citochinine. Modificarea balanţei dintre hormonii stimulatori şi inhibitori în favoarea primilor creează premisele ieşirii din repausul vegetativ mugural.

Martin şi Tăloi (1965) au constatat că suma gradelor de temperatură globală necesară pentru deschiderea mugurilor variază între 216 şi 576 °C, iar suma gradelor de temperatură activă variază între 96 şi 256 °C, în funcţie de soi.

Pauget (1963) a precizat că temperatura activă pentru înflorit este de 13 °C pentru soiurile precoce şi 10 °C pentru soiurile tardive. Cercetările ulterioare efectuate de Pouget (1988) au precizat că dezmugurítul are loc numai în cazul în care temperatura caracteristică pentru dezmugurit se menţine 3–8 zile consecutiv. Temperatura caracteristică variază în funcţie de soi astfel: Perla de Csaba 5,6 °C, Chardonnay 6,1 °C, Traminer 7,0 °C, Chasselas 8,0 °C, Muscat de Hamburg 8,4 °C, Pinot noir 8,7 °C, Riesling 9,3 °C, Merlot 9,4 °C, Sauvignon 10,2 °C, Ugni blanc 11,0 °C şi Cabernet Sauvignon 12,2 °C. Aceste temperaturi corespund cu următoarele date medii ale dezmugurítului pe o perioadă de 25 ani: Perla de Csaba – 5 martie, Traminer – 14 martie, Merlot – 21 martie şi Ugni blanc – 27 martie.

Ieşirea mugurilor din repausul vegetativ este influenţată nu numai de suma temperaturilor coborâte acumulate în perioada de repaus şi de temperatura din perioada de ieşire din repaus, ci şi de unele măsuri tehnologice aplicate în vii. Astfel, efectuarea tăierilor cu 50–60 de zile înainte de data normală a dezmugurítului stimulează acest proces (Antcliff ş.a., 1957).

Un efect stimulator asupra ieşirii din repausul vegetativ al mugurilor se obţine şi în cazul aplicării unor tratamente chimice (ex. cu cianamidă 3 %). Repausul mugural poate fi suprimat prin efectuarea tratamentelor cu rindită, 2,4-dinitrofenol, cianură de potasiu etc. Pouget (1965) recomandă utilizarea cloropromazinului care inhibă parţial fosforilările oxidative. Ca urmare, biodegradarea substanţelor se face pe calea respiraţiei anaerobe, care poate determina întreruperea repausului vegetativ mugural.

Kliewer (1975) a efectuat cercetări cu privire la nivelul optim al temperaturii de la nivelul rădăcinii, care stimulează pornirea în vegetaţie a mugurilor, la soiul Cabernet Sauvignon. Datele obţinute au relevat că ieşirea din repausul vegetativ al mugurilor are loc cu 3–8 zile mai repede la temperatura de 25–30 °C comparativ cu temperatura de 11 °C. Numărul mugurilor porniţi în vegetaţie creşte cu temperatura şi este de 3 ori mai mare dacă temperatura la nivelul rădăcinii este de 30–35 °C comparativ cu 11–15 °C.

Creşterea mugurilor viţei de vie poate fi reprezentată grafic sub forma unei curbe sigmoide. Ritmul maxim de creştere a fost înregistrat cu o săptămână înainte de înflorire (Bernard, 1980) şi a fost favorizat de existenţa unui climat cald şi uscat. Scienza ş.a. (1992) au constatat că procesul de creştere a mugurilor este influenţat şi de poziţia lor pe coardă, încărcătura de muguri şi direcţia de creştere (ascendentă sau descendentă).

B.C.U. „M. EMINESCU" IAŞI
BCU IAŞI CENTRALA

Capitolul 4
Particularităţile morfofiziologice ale frunzelor viţei de vie

Frunzele reprezintă principalele organe asimilatoare ale viţei de vie, cu multiple funcţii fiziologice, motiv pentru care au o contribuţie esenţială în realizarea recoltelor.

4.1. Formarea şi creşterea frunzelor viţei de vie

În cazul plantelor obţinute din seminţe, primele frunze care se formează sunt cele cotiledonale. Zankov şi Kolev (1971) au constatat că frunzele cotiledonale au o creştere intensă timp de 10–12 zile după apariţia lor şi îşi diminuează ritmul de creştere după 15–20 zile.

Frunzele cotiledonale sunt simple, opuse, au o structură asemănătoare cu a celor normale şi se caracterizează printr-o intensitate mare fotosintetică a procesului de transpiraţie şi a activităţii oxidative (Zankov şi Kolev, 1971). Celelalte frunze ale plantulelor au filotaxia în spirală (2/5), unghiul dintre frunzele succesive este de aproximativ 145°, iar cârceii lipsesc. Simetria acestor plante este radiară.

Faza juvenilă este de scurtă durată şi după formarea a 6–10 frunze se face trecerea la morfologia plantei adulte. Simetria devine bilaterală, filotaxia distihă şi se formează cârcei.

Frunzele se formează din inelul iniţial al mugurilor apicali, iar ritmul de formare al primordiilor foliare este de 6–7 zile pentru mugurii apicali şi de 11–17 zile pentru mugurii de iarnă. Frunzele rămân sub formă de primordii şi îşi încep creşterea doar în anul următor.

Gozzini ş.a. (1992) au precizat că temperatura minimă pentru formarea frunzelor este de 7 °C. Plecând de la această temperatură, viteza de formare a frunzelor creşte până la temperatura optimă de

25 °C, după care nu se mai observă creşteri (Butterose, 1969). Determinările efectuate de Schultz (1990) au precizat că la temperatura de 10 °C plastrocronul, respectiv durata dintre formarea a două primordii succesive, este de 20 de zile, la temperatura de 15 °C este de 5 zile, iar la 20 °C este de 3 zile.

Ritmul de formare al frunzelor este mai rapid la începutul perioadei de vegetaţie şi scade lent pe măsura ce creşte numărul de frunze formate (Moncur ş.a., 1989). Cercetările ulterioare efectuate de Schultz (1993) au stabilit că durata plastrocronului creşte, pe măsură ce suma gradelor de temperatură peste 10 °C descreşte sau perioada de vegetaţie este mai avansată. Astfel, în cazul soiului Riesling durata plastrocronului în perioada mai–iunie este de 6 zile la 4 °C şi de 2 zile la 12 °C. În perioada august–septembrie, durata plastrocronului creşte la 14 zile la temperatura de 4 °C şi la 4 zile la 12 °C.

Frunza matură este simplă, completă, alternă, stipelată şi este alcătuită din teacă, peţiol şi limb (*Fig. 4.1.*). Teaca lăţită fixează frunza pe coarde, lăstari etc. şi este prevăzută la bază cu două stipele caduce.

Peţiolul prezintă diferenţe în ceea ce priveşte lungimea, grosimea, perozitatea, acestea fiind caracteristici de soi. De obicei, peţiolul are un şanţ longitudinal pe partea dinspre coardă. Peţiolul este învelit la exterior de epidermă pe care se observă peri unicelulari şi stomate. La interior se observă un inel colenchimatic, câteva straturi de celule parenchimatice, 12–22 fascicule libero-lemnoase de tip colateral deschis şi un parenchim medular (Zanoschi şi Toma, 1985).

Limbul foliar are epiderma acoperită cu ceruri. Sub aceasta se află un strat de celule palisadice a căror lungime este de 4 ori mai mare comparativ cu diametrul. Ţesutul lacunar este alcătuit din 5–6 straturi de celule poligonale ce delimitează spaţii mari pline cu aer. Epiderma inferioară conţine numeroase stomate şi peri pluricelulari de diferite tipuri şi este lipsită de cuticulă. Nervurile frunzelor formate din fascicule conducătoare libero-lemnoase sunt de tip palmat.

Fig. 4.1. Frunza de viţă de vie

Limbul are pe margini inciziuni mici sau mari (lobi), iar la bază are un sinus

peţiolar în formă de U, V, reniform etc. Culoarea limbului variază în funcţie de soi: verde, verde-gălbuie, verde-arămie etc., iar suprafaţa limbului poate fi netedă sau gofrată.

Numărul de stomate de pe suprafaţa frunzelor variază, după Scienza şi Boselli (1981), între 100 şi 300 pe 1 mm^2. Suprafaţa stomatelor este de 548,8–918,9 mm^2, iar lungimea ostiolei variază între 14,1 şi 19,6 mm. După Shiraishi ş.a. (1996), densitatea stomatelor de pe un mm^2 suprafaţă foliară este în medie de 198,3 şi variază între următoarele limite: 143,6 la *Vitis berlandieri* şi 302,6 la *Vitis cordifolia*. Lungimea medie a stomatelor este în medie de 25,2 mm şi variază între 22,2 μm la *Vitis cordifolia* şi 30,3 μm la *Vitis rupestris*.

During (1980) a determinat variaţia numărului de stomate la 14 soiuri din speciile *Vitis rupestris* (150–200 stomate/mm^2), *Vitis berlandieri* (201–250 stomate/mm^2), *Vitis amurensis* (251–300 stomate/mm^2) şi *Vitis cinerea* (301–350 stomate/mm^2).

Majoritatea soiurilor sunt hipostomatice, iar repartiţia stomatelor pe suprafaţa frunzelor este relativ uniformă. S-a constatat, de asemenea, că exceptând *Vitis vinifera*, frunzele mature au un număr mai mic de stomate pe milimetru pătrat comparativ cu cele tinere, dar acestea sunt în totalitate funcţionale, în timp ce stomatele frunzelor tinere sunt în proporţie de 2/3 nefuncţionale.

În cazul aceluiaşi soi, Cabernet Sauvignon, numărul mediu al stomatelor a variat în funcţie de sistemul de conducere între 138,5 şi 155,0 stomate/mm^2 suprafaţă foliară (Carboneau ş.a., 1978).

Cercetările efectuate de During şi Stoll (1996) au condus la concluzia că gradul de deschidere a stomatelor de pe o frunză nu este uniform.

Creşterea frunzelor se realizează prin diviziunea celulelor din meristemul lateral. Frunzele sectate, fidate, lobate sau partite se formează dintr-un meristem lateral întrerupt. În cazul frunzelor gofrate, aspectul caracteristic se datorează activităţii meristemului intercalar.

Perioada medie de creştere a frunzelor variază, după Champagnol (1994), între 8 şi 10 zile, iar după Poenaru ş.a. (1961), între 11 şi 21 zile, dar poate fi mai lungă până la 30 de zile, pentru frunzele din mijlocul lăstarului.

Dinamica creşterii limbului foliar poate fi reprezentată grafic sub forma unei curbe sigmoide. În primele zile de la formare, ritmul de creştere a frunzelor este scăzut. Acesta se intensifică după aproximativ 9 zile de la apariţia lor, după care se constată o scădere a ritmului de creştere a limbului foliar. Todorov (1970) a determinat o creştere

a frunzelor de 2–3 cm^2/zi în prima etapă şi de 14–20 cm^2/zi, în cea de a doua etapă.

Procesul de creştere a frunzelor este influenţat de conţinutul în hormoni. Dzaguidze şi Chanisbivili (1985) au determinat un conţinut mai mare de auxine şi gibereline în frunzele din zona apicală a lăstarilor. Conţinutul în auxine scade pe parcursul perioadei de vegetaţie, în timp ce giberelinele au un conţinut scăzut înainte de înflorit, se acumulează în timpul înfloritului şi diminuează cantitativ la maturitate.

Koussa ş.a. (1994) au constatat că acidul abscisic sintetizat în frunze, în faza de creştere, se acumulează sub formă de β-D-glucopiranoză. Conţinutul în acid abscisic al frunzelor este invers proporţional cu suprafaţa lor şi se consideră că are rol în inhibarea creşterii acestora.

Tratamentele cu gibereline în concentraţie de 1, 10, 20, 50 şi 100 mg/l determină stimularea creşterii frunzelor şi cu cât concentraţia este mai mare, cu atât efectul este mai evident (Georgescu, 1961).

Determinările efectuate de Nesmelinger şi Koblet (1990), la soiul Pinot noir, au precizat că cele mai multe frunze de pe tulpina primară (frunzele 1–15) au o suprafaţă foliară asemănătoare de aproximativ 200 cm^2, un conţinut de 4–5 g substanţă proaspătă şi 1,5 g substanţă uscată.

Ritmul de creştere al frunzelor scade cu vârsta de la o valoare iniţială de 0,0043 g/zi/grad la 0,0006 g/zi/grad (calculul grade/zi s-a făcut plecând de la baza 10 °C).

Longevitatea primelor frunze de pe tulpina principală a fost de aproximativ 900 grade/zi, respectiv de 120 zile.

Numărul de frunze de pe o plantă variază în funcţie de soi, condiţiile de cultură şi sistemul de conducere, între 856 şi 1 622 frunze (Poenaru, 1972).

Suprafaţa foliară a plantelor de viţă de vie diferă în funcţie de soi, fenofază, formă de conducere a coroanei, suprafaţa de hrănire, tratamentele hormonale, fertilizare etc.

Champagnol (1994) a determinat suprafaţa foliară a plantelor de viţă de vie în funcţie de vigurozitatea acestora. Soiurile viguroase au o suprafaţă foliară de peste 10 m^2, cele cu vigurozitate medie de 7–8 m^2, iar cele cu vigurozitate redusă au suprafaţa foliară de 4 m^2.

Todorov (1971) a constatat că suprafaţa foliară a unei plante a variat la soiul Perla de Csaba între 5 300 şi 9 000 cm^2, la Muscat roşu între 6 000 şi 9 600 cm^2, iar la soiul Afuz Ali a variat între 9 000 şi

15 000 cm^2. Înainte de înflorire suprafaţa foliară reprezintă 15–25 % din suprafaţa foliară maximă. După înflorire se ajunge la 60–65 % şi această suprafaţă creşte până la începutul perioadei de maturare a strugurilor.

În cazul soiului Cabernet Sauvignon, Williams şi Biscay (1991) au constatat că suprafaţa foliară variază între 2,6 m^2/plantă în data de 17 mai şi ajunge la 7,2 m^2/plantă în 16 septembrie.

Frunzele de pe copili au o suprafaţă mai mică comparativ cu cea de pe lăstari şi reprezintă cca 13–20 % din suprafaţa foliară a întregii plante.

Forma de conducere a coroanei determină variaţii mari ale suprafeţei foliare. Astfel, Gorbaci (1962) a determinat o suprafaţă foliară de 16 000 m^2/ha la susţinerea pe spalierul vertical şi de 23 100 m^2/ha, la spalierul biplan.

Aliev şi Gaziev (1983) au constatat că în cazul unei distanţe de plantare de 2,5 × 1,0 m, suprafaţa foliară a unui butuc din soiul Muscat alb este de 4,9 m^2, în timp ce la distanţa de plantare de 4,0 × 2,0 m acelaşi soi a avut o suprafaţă foliară de 14,5 m^2. La soiul Rkaţiteli, suprafaţa foliară este în condiţiile de mai sus de 5,9 m^2, respectiv 16,6 m^2.

Georgescu ş.a. (1991) au calculat suprafaţa foliară totală a unui hectar de viţă de vie cu 3 000 – 4 000 butuci şi au constatat că variază între 25 000 şi 50 000 m^2.

Ionescu (1987) a precizat că suprafaţa totală a viţelor tratate cu CCC a scăzut cu 26,9–33,9 % la soiul Crâmpoşie şi cu 19,6–20,7 % la soiul Tămâioasă românească comparativ cu plantele netratate.

Fertilizarea corespunzătoare stimulează creşterea suprafeţei foliare. Astfel, prin aplicarea îngrăşămintelor minerale în doză de N150, P90, K60, Ionescu şi Condei (1971) au obţinut creşterea suprafeţei foliare cu 15 %.

Indicele suprafeţei foliare (LAI) reprezintă raportul dintre suprafaţa foliară şi suprafaţa proiecţiei acesteia pe sol.

În cazul viţei de vie, indicele suprafeţei foliare variază între 1,5 şi 4,0 (Georgescu ş.a., 1991), iar valorile optime ale acestui indicator variază în funcţie de autor între 1,5 şi 3,5.

Carbonneau (1989) a subliniat importanţa indicelui suprafeţei foliare pentru aprecierea suprafeţei frunzelor expuse la radiaţiile solare şi propune utilizarea în acest scop şi a unui alt indicator pe baza raportului dintre suprafaţa foliară expusă şi suprafaţa foliară totală.

Acest indicator poate fi mai bine corelat cu acumularea glucidelor în plantă.

Indicele suprafeţei foliare variază în funcţie de vârsta plantei, soi şi vigoarea acestuia, tipul de conducere etc. Astfel, indicele suprafeţei foliare are o valoare mai scăzută la plantele tinere comparativ cu cele ajunse la maturitate. Valoarea acestui indice a variat la soiul Muscat alb între 1,83 şi 1,96, iar la soiul Rkaţiteli între 2,07 şi 2,36, în funcţie de suprafaţa de nutriţie (Aliev şi Gaziev, 1983).

S-a constatat, de asemenea, că soiurile de struguri pentru masă au o valoare mai mare a indicelui suprafeţei foliare (2,26–5,24) comparativ cu cele de struguri pentru vin (1,10–3,60). În aceleaşi condiţii de cultură, Schaider (1985) a determinat valori relativ constante ale indicelui suprafeţei foliare: 2,36 pentru Pinot blanc, 3,09 pentru Traminer aromat şi Riesling de Rin şi 3,45 pentru Silvaner.

Condiţiile climatice: temperatura, precipitaţiile, cât şi lucrările agrotehnice (tăieri, fertilizări, irigări, tratamente cu hormoni etc.) pot să modifice valoarea indicelui suprafeţei foliare.

Murisier şi Ziegler (1991) menţionează că suprafaţa foliară totală este dependentă de încărcătura de muguri de pe cep. Creşterea numărului de muguri de pe un cep de la 6 la 12 determină creşterea suprafeţei foliare totale de la cca15 500 m^2/ha la 27 000 m^2/ha, în timp ce suprafaţa foliară expusă rămâne aproape constantă, iar indicele suprafeţei foliare este mai mic de 1.

Suprafaţa foliară necesară pentru realizarea unui gram de fruct maturat variază între 7 şi 15 cm^2/g pentru *Vitis vinifera* (Kliewer, 1970) şi 15 cm^2/g pentru *Vitis labrusca*, soiul Concord (Amberg şi Saulis, 1966). Kaps şi Cahoon (1992) au precizat că pentru a obţine greutatea maximă a strugurilor, în cazul viţelor, soiul Seyval, este necesară o suprafaţă foliară de 8–10 cm^2/g fruct. Creşterea valorii acestui indicator la 15 cm^2/g fruct favorizează creşterea substanţei uscate a rădăcinii, tulpinii şi frunzelor. Reducerea suprafeţei foliare afectează mai întâi creşterile vegetative şi numai ulterior greutatea fructelor.

Kliewer şi Waever (1971) au stabilit că în condiţii optime de cultură se poate obţine o producţie de bună calitate, în cazul în care se realizează 10 cm^2 suprafaţă foliară pentru 1 g fructe. Murisier şi Zufferey (1995) au obţinut producţii bune de struguri la soiurile Chasselas şi Gamay, în cazul existenţei unei suprafeţe foliare de 1 m^2 pentru un kilogram de struguri. Diofasi (1969) consideră că pentru con-

diţiile din Ungaria, raportul de 20 cm^2 frunze/g fructe asigură condiţii optime pentru creşterea şi dezvoltarea acestora.

Principalele procese fiziologice care se desfăşoară în frunze sunt: fotosinteza, respiraţia, transpiraţia, reducerea nitraţilor şi acumularea şi retranslocarea a numeroşi componenţi biochimici.

4.2. Procesul de fotosinteză

Mezofilul frunzei şi parenchimul clorofilian din scoarţa lăstarilor, cârceilor şi al tuturor organelor verzi ale plantei de viţă de vie contribuie la realizarea procesului de fotosinteză. Rolul determinant revine însă mezofilului foliar, care la viţa de vie este bifacial, diferenţiat în ţesut palisadic unistratificat şi ţesut lacunos, format din 4–5 rânduri de celule, între care se află spaţii pline cu aer, aflate în legătură cu camerele substomatice, respectiv cu ostiolele stomatelor.

Plantele de viţă de vie se caracterizează, din punct de vedere fotosintetic, prin desfăşurarea tipului C_3, caracteristic pentru plantele originare din zonele temperate.

Analizele efectuate de Schultz (1996) în timpul perioadei de vegetaţie au precizat că absorbţia radiaţiilor luminoase de către frunzele viţei de vie a variat între 60 şi 70 % în frunzele tinere şi în cele senescente şi între 85 şi 90 % în cele mature. Între 15 şi 20 % din radiaţiile luminoase au fost reflectate de frunzele tinere la începutul perioadei de vegetaţie şi de cele senescente în luna octombrie.

Coeficientul de utilizare a luminii de către frunzele viţei de vie este redus, nedepăşind 1 % (Champagnol 1994).

Procesul de fotosinteză prezintă modificări evidente pe parcursul perioadei de vegetaţie a viţei de vie. Frunzele tinere au o intensitate fotosintetică scăzută, dar aceasta creşte realizându-se un maximum după 35 de zile de la apariţia frunzelor, când acestea au 90–100 din suprafaţa lor maximă (Intieri ş.a., 1990). În continuare intensitatea procesului de fotosinteză la soiul Sangiovese scade, astfel încât după 140 de zile de la formarea frunzelor reprezintă 65 % din intensitatea fotosintetică maximă (*Fig. 4.2.*). Rezultate similare au obţinut Poni ş.a. (1992, 1994) care au constatat că frunzele tinere cu creşterea intensă (15 zile de la derulare) au o intensitate fotosintetică scăzută, maximumul fotosintetic se realizează după 30–35 zile de la derularea acestora. După 50 de zile de la derularea frunzelor, intensitatea acestui proces începe să scadă, iar după 4 luni intensitatea fotosintezei reprezintă 45 % din valoarea maximă. Hunter ş.a. (1994), ana-

lizând activitatea fotosintetică a frunzelor de pe o plantă de viţă de vie, soiul Cabernet Sauvignon, au constatat că frunzele bazale au activitate fotosintetică maximă în perioada dinainte ca bacele să aibă mărimea unei seminţe de mazăre, după care intensitatea acestui proces scade. Frunzele apicale au o activitate fotosintetică relativ constantă pe întreaga perioadă de vegetaţie.

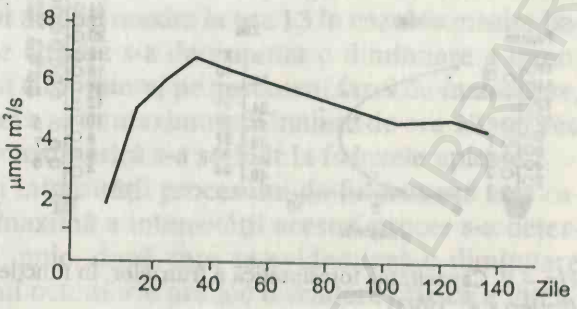


Fig. 4.2. Variaţia intensităţii fotosintezei în funcţie de vârsta frunzelor (Intieri ş.a., 1990)

După Tezuka ş.a. (1980), fotosinteza netă a frunzelor de *Vitis vinifera* L. x *Vitis labrusca* variază între 0,08 şi 0,25 mg $CO_2/m^2/s$ (2,68–9,00 mg $CO_2/dm^2/h$).

Gucci ş.a. (1990) au constatat că *Vitis vinifera* are o valoare medie a fotosintezei nete de 11,6 µmol/m^2/s.

Stoev (1966) a precizat că valoarea maximă a intensităţii fotosintezei frunzelor mature de viţă de vie variază între 10 şi 20 mg $CO_2/dm^2/h$.

Intensitatea maximă a procesului de fotosinteză s-a determinat la frunzele în vârstă de 30–35 zile, la cele în vârstă de 50 de zile s-a constatat diminuarea intensităţii acestui proces, pentru ca după 4 luni de la formarea acestora, intensitatea procesului de fotosinteză să scadă la 45 % din maximumul fotosintetic (Koblet ş.a., 1995).

Mocitadze ş.a. (1983) au determinat intensitatea procesului de fotosinteză pe parcursul diferitelor fenofaze şi au constatat că intensitatea acestui proces variază între 3,4 şi 3,9 mg $CO_2/dm^2/h$ în faza de înflorit, între 2,1 şi 2,4 mg $CO_2/dm^2/h$ în faza de pârgă şi între 0,7–08 mg $CO_2/dm^2/h$ în faza de maturare.

Williams şi Biscay (1991) au precizat că intensitatea procesului de fotosinteză variază între 13,8 µmol CO_2 în luna august şi 7,5 µmol $CO_2/m^2/s$, în luna septembrie.

Chaves (1983) a constatat că în data de 7 iunie, intensitatea maximă a procesului de fotosinteză s-a determinat la frunzele din treimea inferioară, la 5 iulie intensitatea maximă s-a constatat la

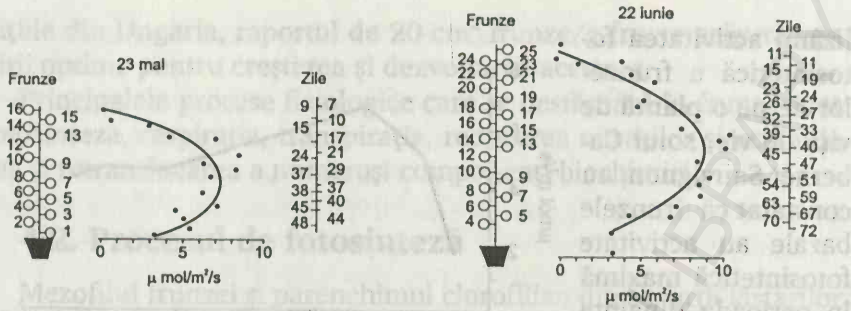


Fig. 4.3. Capacitatea fotosintetică a frunzelor, în funcţie de poziţia lor pe lăstar (Intieri ş.a., 1992)

frunzele de la mijlocul coardelor, iar la 9 august, la cele din vârful coardelor. Intieri ş.a. (1990) au constatat că la sfârşitul lunii iunie intensitatea maximă a fotosintezei se realizează în frunzele de la nodurile 4–15 ale soiului Sangiovese. Cercetările ulterioare (Intieri ş.a., 1992) au stabilit că intensitatea maximă fotosintetică s-a constatat la frunzele de la nodurile 7–8, în data de 23 mai (vârsta frunzelor de 30–35 zile). În data de 22 iunie, când lăstarii au avut 25 de frunze, capacitatea maximă fotosintetică s-a determinat la frunzele de la nodurile 13–14, care au avut vârsta de 35–45 zile (*Fig. 4.3.*). Silvestroni, Intieri şi Poni (1994) au precizat că intensitatea maximă a fotosintezei nete, la soiul Sangiovese, se realizează când frunzele au ajuns la dimensiunea maximă, adică după 30 – 40 de zile de la formarea lor. Scăderea intensităţii acestui proces nu este corelată cu conţinutul în clorofilă, acesta din urmă prezentând o diminuare doar după ce s-au depăşit 45 de zile de la formarea lor. Rezultă deci că zona cu frunze cu fotosinteza maximă se deplasează progresiv, în timpul procesului de creştere a coardelor, spre extremitatea superioară a acestora.

Dinamica zilnică a procesului de fotosinteză evidenţiază, în general, un maximum la mijlocul zilei. În condiţii de stres hidric şi termic, se observă însă că la amiază are loc o scădere a intensităţii acestui proces, cauzată de închiderea parţială a stomatelor (Downton ş.a., 1987). Determinările efectuate în dinamică, pe parcursul unei zile, în perioada de înflorit, au evidenţiat că intensitatea fotosintezei a variat între 3,4 şi 3,9 mg $CO_2/dm^2/h$ în timpul dimineţii şi între 2,4 şi 3,0 mg $CO_2/dm^2/h$ în timpul amiezii.

Hunter ş.a. (1994) au constatat că maximumul fotosintetic, în perioada ce precede faza de pârgă, are loc în jurul orei 13 şi se reali-

zează în frunzele bazale. În perioada de pârgă dinamica zilnică a fotosintezei a prezentat acelaşi maxim la ora 13 în cazul frunzelor bazale, în timp ce la cele apicale s-a determinat o diminuare a intensităţii acestui proces. În continuare, pe parcursul fazei de maturitate, intensitatea fotosintezei a avut maximumul înainte de ora 13, iar cea mai mare intensitate fotosintetică s-a stabilit la frunzele apicale.

Dinamica anuală a intensităţii procesului de fotosinteză este caracteristică. Valoarea maximă a intensităţii acestui proces s-a determinat la începutul lui iunie, după care se evidenţiază o diminuare lentă. La începutul lunii octombrie are loc o scădere bruscă a intensităţii acestui proces, astfel încât în luna noiembrie se ajunge la 1 mg CO_2/kg/h.

Asimilaţia globală reprezintă cantitatea de carbon asimilată de planta întreagă în timp de o oră. Valorile acestui indicator variază între 800 şi 3 000 mg CO_2/plantă/oră (Stoev ş.a., 1971).

Limitele asimilaţiei aparente reprezintă greutatea uscată asimilată de unitatea de suprafaţă foliară în unitatea de timp. Cercetările efectuate de Vereş ş.a. (1971), la soiul Riesling italian, cu forma de conducere joasă, mijlocie şi înaltă, fiecare având 36 de ochi, au prezentat următoarele valori anuale ale asimilaţiei aparente: 135,3 g/m^2 la forma înaltă, 123,8 g/m^2 la forma mijlocie şi 91,2 g/m^2 la forma joasă de conducere.

Analiza acestui indicator efectuată pe fenofaze a evidenţiat că cele mai mari valori ale acestui indicator s-au determinat în faza de creştere a bacelor şi cele mai mici în faza de maturitate (Ionescu, 1987). După Plakida şi Voznessenski (1971), valoarea acestui indicator, la mijlocul lunii mai, variază între 10 şi 15 g/m^2/zi.

Productivitatea fotosintezei exprimată prin suprafaţa foliară necesară pentru biosinteza unui gram de glucide diferă de la soi la soi şi în funcţie de încărcătura pe butuc. Pentru un butuc cu încărcătură suficientă de lăstari şi struguri, productivitatea fotosintezei variază între 250 şi 400 cm^2/g glucide. Pe măsură ce încărcătura creşte, valoarea acestui indicator scade la 100–150 cm^2/g glucide (Stoev, 1971). După Olteanu (1997), pentru acumularea unui gram de substanţă uscată sunt necesare 360–750 g apă, revenind pentru un hectar de viţă de vie 3 400 – 4 000 m^3 apă, pe durata perioadei de vegetaţie.

Ionescu (1983) a constatat că în cazul soiului Sauvignon, altoit pe Kober-5 BB, în vârstă de 13–15 ani, productivitatea fotosintezei a variat între 43,3 şi 93,8 cm^2/g glucide, în funcţie de forma de conducere

şi de încărcătura de ochi. Cea mai mică suprafaţă foliară necesară pentru sinteza unui gram de glucide s-a constatat la formele joase de conducere şi la o încărcătură de 28 ochi/m^2.

Champagnol (1994) exprimă productivitatea fotosintezei prin masa coardelor şi a strugurilor produşi de un butuc. Astfel, în cazul soiurilor viguroase se obţin: 10 kg coarde şi 20 kg struguri, în cazul celor de vigurozitate medie: 5 kg coarde şi 14 kg struguri, iar cele cu vigurozitate slabă produc: 1–3 kg coarde şi 3–4 kg struguri.

Principalii factori care influenţează procesul de fotosinteză sunt: intensitatea luminoasă, conţinutul frunzelor în clorofilă, concentraţia de dioxid de carbon, temperatura, aprovizionarea cu apă, nutriţia minerală, suprafaţa rădăcinii, sistemul de conducere a coroanei, portaltoii etc.

Intensitatea luminoasă la care procesul de fotosinteză se desfăşoară în condiţii normale este de 300 W/m^2 şi este mult inferioară celei dintr-o zi de vară senină, când ajunge la 900 W/m^2 (Riou ş.a., 1991) până la 1 000 W/m^2 (Champagnol, 1994). Intensitatea luminoasă optimă variază, după Carbonneau (1987), între 700 şi 800 mE/m^2/s (*Fig. 4.4.*), după Champagnol (1994), între 30 000 şi 50 000 lx, iar după Slavceva (1983), în cazul soiului Cabernet Sauvignon, variază între 20 000 şi 30 000 lx. La 60 000 lx este atins nivelul de saturaţie, după care creşterea intensităţii luminoase nu mai produce intensificarea procesului de fotosinteză.

Beran şi Klein (1981) au constatat că în cazul soiului Riesling, altoit pe portaltoiul SO_4, intensitatea fotosintetică maximă s-a situat la o intensitate luminoasă de 50–55 klx şi la o umiditate a solului de 30 %. După During (1988), nivelul de saturaţie pentru lumină este atins la o intensitate luminoasă de 0,55 mmol cuante/m^2/s.

Punctul de compensare pentru lumină la care intensitatea procesului de fotosinteză este egală cu cea a respiraţiei variază, după Ruhl ş.a. (1981), între 450 şi 750 lx, după During (1988), valoarea acestui indicator este de 9 mmol cuante/m^2/s, iar după Mullins ş.a. (1994) este de 50 mmol/m^2/s.

Intensitatea luminoasă mare în perioada prânzului determină un proces de fotoinhibiţie, în cazul frunzelor tinere situate în zona apicală a plantei (Iacono şi Sommer, 1996). La frunzele adaptate la condiţii de umbră, fotoinhibiţia se produce la intensităţi luminoase mai mici comparativ cu frunzele adaptate la lumină.

Kriedemann şi Smart (1971) au constatat că frunzele exterioare care absorb direct lumina solară au o intensitate fotosintetică mai

mare, în timp ce frunzele interioare, care absorb până la 85 % din radiaţiile fotosintetic active, au o intensitate a acestui proces mai mică. Rezultă deci că intensitatea fotosintezei este dependentă de gradul de iluminare al frunzelor.

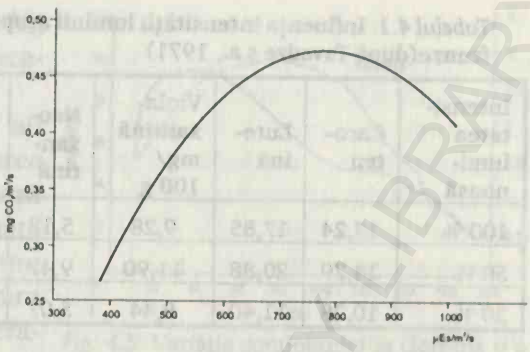


Fig. 4.4. Influenţa intensităţii luminoase asupra fotosintezei brute (Carbonneau, 1987)

Smart (1974) a constatat că frunzele situate la 20 cm de la suprafaţa solului recepţionează o energie de 6 W/m^2 provenită de la radiaţiile fotosintetic active, ceea ce reprezintă 1/60 din energia captată de frunzele însorite. Intensitatea procesului de fotosinteză a frunzelor situate în aceste condiţii este de 2,5 mg $CO_2/dm^2/h$, ceea ce reprezintă 1/10 din intensitatea fotosintetică a frunzelor însorite.

Champagnol (1994) a constatat că 70 % din activitatea fotosintetică a vițelor palisate este realizată de frunzele iluminate direct, cu toate că ele nu reprezintă decât 1/5 din totalul frunzelor.

Intensitatea fotosintetică maximă se înregistrează în lunile mai şi iunie, în timpul dimineţii, la frunzele orientate spre est, iar după masă la cele orientate spre vest. În luna iulie fotosinteza este maximă pentru toate frunzele, în timpul dimineţii, în timp ce în luna octombrie intensitatea acestui proces este redusă datorită instalării procesului de senescenţă.

Schultz (1990) a constatat că frunzele umbrite au o intensitate a procesului de fotosinteză mai mică cu 15–55 % faţă de cea a frunzelor însorite. De asemenea, frunzele care în perioada de creştere au fost umbrite, au o capacitate fotosintetică mai redusă (During, 1988) şi după expunerea lor la lumină.

Adaptarea frunzelor de viţă de vie, soiul *Chardonnay*, la condiţiile de umbrire, se realizează prin scăderea valorii raportului clorofilă *a/b*, creşterea fluorescenţei clorofilei şi a sporirii evidente a suprafeţei membranelor tilacoide (Botos-Balo ş.a., 1992). Reducerea intensităţii luminoase are drept consecinţă scăderea conţinutului în pigmenţi clorofilieni şi implicit a intensităţii fotosintezei.

Tabelul 4.1. **Influenţa intensităţii luminii asupra conţinutului în pigmenţi din frunze**(după Tavadze ş.a., 1971)

Intensitatea luminoasă	Caroten	Luteină	Violaxantină mg/ 100 g	Neoxantină	Clorofilă *a*	Clorofilă *b*	Clorofilă/ caroteni
100 %	13,24	17,85	9,28	5,13	119,20	46,40	3,79
50 %	14,79	20,88	11,90	9,47	125,24	42,87	2,94
30 %	10,28	11,40	8,44	5,07	133,14	60,91	5,48

Tavadze ş.a. (1971) au constatat că reducerea cu 50 % a intensităţii luminoase determină creşterea conţinutului în pigmenţi carotenoizi din frunze cu 26,4 % şi a clorofilei cu 5,06 % (*Tabelul 4.1.*). Dacă intensitatea luminoasă a scăzut cu 30 %, conţinutul în pigmenţi carotenoizi a diminuat cu 22,48 %, în timp ce conţinutul în clorofilă *a* şi *b* a crescut cu 11,69 %, respectiv 31,27 %.

Conţinutul frunzelor în clorofilă nu este corelat cu intensitatea fotosintezei nete, aşa după cum rezultă din cercetările efectuate de Poni ş.a. (1994) şi prezentate în graficul din *figura 4.5.*

Creşterea concentraţiei de **dioxid de carbon** până la 0,07 % determină intensificarea procesului de fotosinteză (*Fig. 4.6.*), iar depăşirea acestei limite conduce la diminuarea intensităţii acestui proces (Slavceva şi Stoev, 1983). Carbonneau (1967) a stabilit că optimumul fotosintetic se realizează la o concentraţie a dioxidului de carbon de 0,3 %.

Punctul de compensare pentru dioxidul de carbon, adică concentraţia de dioxid de carbon la care intensitatea procesului de fotosinteză este egală cu intensitatea procesului de respiraţie, este de 554 mg/m^3 la frunzele de viţă de vie, soiul Sultanina, recoltate din vârful lăstarilor şi 91,0 mg/m^3 la cele de la baza lăstarilor (Kriedemann, 1968).

Temperatura este unul din factorii importanţi care influenţează intensitatea procesului de fotosinteză. Kriedemann (1968) a constatat că temperatura optimă pentru desfăşurarea procesului de fotosinteză variază între 25 şi 35 °C. Temperatura optimă variază şi în funcţie de soi, astfel în cazul soiului Sultanina este de 25 °C (Kriedemann, 1977). După Stoev (1971), temperatura optimă variază între 25 şi 28 °C, iar Sklavceva (1987) menţionează că temperatura optimă pentru desfăşurarea acestui proces este cuprinsă între 25 şi 32 °C, iar

la temperatura de 40–45 °C, intensitatea fotosintezei scade cu 40 % (*Fig. 4.7.*).

Mullins ş.a. (1994) au constatat că intensitatea procesului de fotosinteză scade la temperaturi situate sub valoarea optimă ajungând la zero la temperatura de 10 °C. Creşterea temperaturii peste limita optimă are efect similar. La temperatura de 45 °C, intensitatea acestui proces scade cu 50 %.

Variaţia temperaturii şi a umidităţii relative a aerului determină ca în timpul verii să se realizeze două maximumuri fotosintetice, la ora 10 şi la ora 15 (Stoev ş.a., 1966). Această variaţie diurnă nu a fost identificată în cazul frunzelor umbrite.

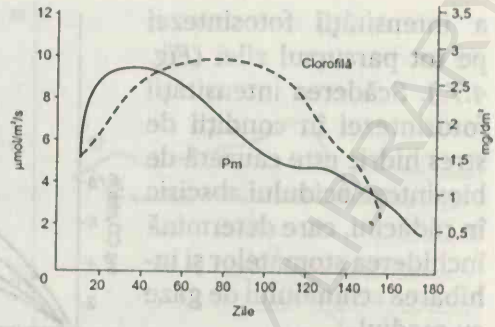


Fig. 4.5. Variaţia conţinutului în clorofilă şi a fotosintezei nete la frunzele de viţă de vie

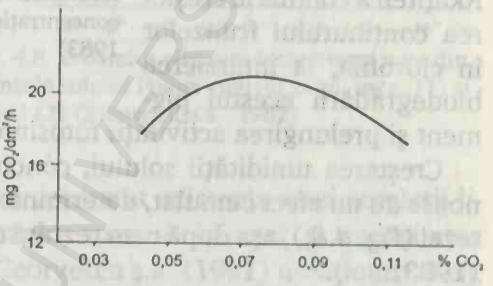


Fig. 4.6. Influenţa concentraţiei de CO_2 asupra procesului de fotosinteză la viţa de vie (Slavceva şi Stoev, 1983)

Valorile minime ale intensităţii procesului de respiraţie s-au înregistrat dimineaţa în zilele de primăvară şi dimineaţa şi seara, în zilele de toamnă, datorită temperaturilor coborâte.

Aprovizionarea necorespunzătoare cu apă reduce intensitatea fotosintezei nete cu circa 27 % (Eibach şi Alleweldt, 1984). Acest efect variază în funcţie de soi. Astfel, soiul Riesling de Rin este mai tolerant la secetă comparativ cu soiul Müller Thurgau, aceasta caracterizându-se printr-un potenţial sporit de recuperare a ritmului fotosintezei după 4 săptămâni de secetă, urmate de aplicarea de udări (El Sese, 1983).

Urmărind dinamica zilnică a fotosintezei la soiul de viţă de vie Pollux, Alleweldt ş.a. (1982) au constatat existenţa unor variaţii în funcţie de umiditatea solului. Astfel, în condiţiile cultivării în sol umed, dinamica fotosintezei înregistrează valori mari pe tot parcursul zilei, cu un mic maxim la amiază. În condiţiile unui sol uscat, dinamica fotosintezei evidenţiază un maximum dimineaţa şi o scădere

a intensităţii fotosintezei pe tot parcursul zilei (*Fig. 4.7.*). Scăderea intensităţii fotosintezei în condiţii de stres hidric este cauzată de biosinteza acidului abscisic în rădăcini, care determină închiderea stomatelor şi inhibarea schimbului de gaze cu mediul.

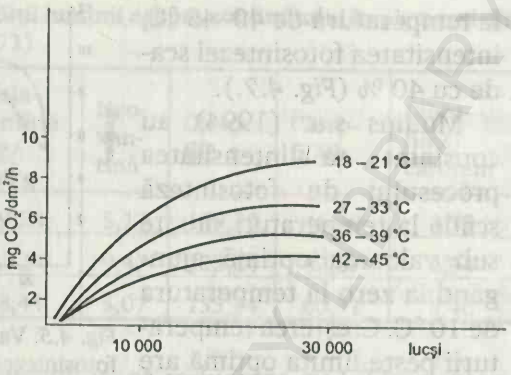


Fig. 4.7. Evoluţia fotosintezei în funcţie de intensitatea luminoasă şi temperatura aerului la o concentraţie de 0,003-0,005 % CO_2 (Slavceva, 1983)

Irigarea prin picurare a soiului de viţă de vie Rkaţiteli a condus la creşterea conţinutului frunzelor în clorofilă, la întârzierea biodegradării acestui pigment şi prelungirea activităţii fotosintetice.

Creşterea umidităţii solului, concomitent cu a intensităţii luminoase au un efect cumulat, determinând sporirea intensităţii fotosintezei (*Fig. 4.8.*), aşa după cum rezultă din datele obţinute de Slavceva (1983).

Intensitatea luminii şi umiditatea solului modifică neliniar rezistenţa la difuziunea gazelor prin frunze. La intensităţi luminoase scăzute rezistenţa la difuziune este dependentă de temperatură şi umiditatea solului (Beran, 1987). La umidităţi mărite ale solului, influenţa temperaturii s-a observat numai la intensităţi luminoase mari. Când umiditatea solului a fost scăzută, rezistenţa la difuziunea gazelor prin frunze creşte considerabil, existând o strânsă corelaţie între temperatură şi difuziunea gazelor.

Intensitatea procesului de fotosinteză este limitată nu numai de umiditatea solului, ci şi de umiditatea aerului. Astfel, după Stoev (1991), scăderea umidităţii relative sub 70 % determină în cele mai multe cazuri reducerea intensităţii fotosintezei, în timp ce Champagnol (1994) a constatat că intensitatea fotosintetică maximă se realizează la o umiditate relativă a aerului de 60–70 %.

Cercetările efectuate până în prezent au condus la concluzia că există o corelaţie strânsă între intensitatea procesului de fotosinteză, temperatura frunzelor, intensitatea luminoasă şi deficitul de saturaţie în vapori de apă. Astfel, efectul pe care îl are temperatura frunzelor creşte o dată cu intensitatea luminoasă, iar deficitul de saturaţie

în vapori de apă influenţează intensitatea procesului de fotosinteză numai în cazul temperaturilor ridicate.

Nutriţia minerală a plantelor de viţă de vie are un efect marcant asupra intensităţii procesului de fotosinteză. Aprovizionarea moderată cu azot (0,7–0,8 g/plantă) asigură o rată fotosintetică maximă şi o creştere vegetativă optimă (Alleweldt ş.a.,1984). Rezultate similare a obţinut şi El Sese (1983).

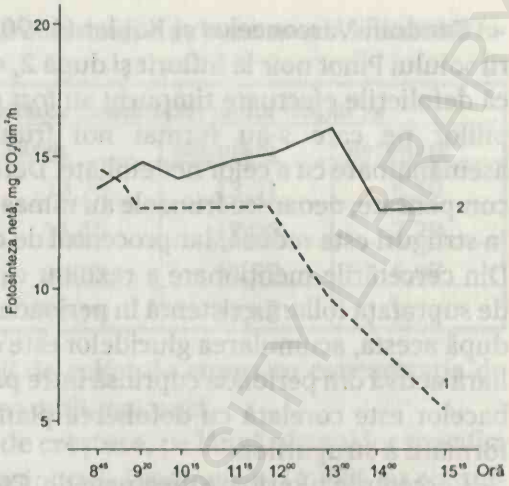


Fig. 4.8. Dinamica zilnică a fotosintezei nete din frunzele soiului Pollux cultivat în sol uscat (1) şi umed (2) (Alleweldt ş.a., 1982)

Williams şi Smith (1985) au constatat existenţa unei corelaţii liniare între concentraţia frunzelor mature în azot şi capacitatea acestora de fixare a azotului. Georgescu ş.a. (1991) menţionează că, în general, aplicarea îngrăşămintelor în combinaţii binare (N90 P90) determină o creştere a intensităţii fotosintezei de 46,3 ori comparativ cu martorul neîngrăşat. Cercetările efectuate la soiul Tămâioasă românească de Ionescu şi Condei (1971) au evidenţiat creşterea intensităţii fotosintezei de 58,2 ori în cazul aplicării individuale a azotului, de 21,4 ori în cazul fosforului şi de 16,0 ori a potasiului.

Defolierea viţei de vie în proporţii diferite are repercusiuni asupra intensităţii procesului de fotosinteză. Hofacher (1978) a constatat că defolierea în proporţie de 0 %, 50 % şi 75 % a vițelor cu rod, soiul Riesling, a condus la realizarea următoarelor intensităţi fotosintetice: 10,33, 12,24 şi, respectiv, 14,41 mg $CO_2/dm^2/h$.

Hunter (1992) a constatat că defolierea parţială a vițelor, soiul Cabernet Sauvignon, a determinat penetrarea mai bună a luminii spre frunzele interioare, creşterea acestora în pigmenţi clorofilieni şi stimularea activităţii fotosintetice.

În general, viţa de vie are o mare capacitate de compensare a defolierii prin creşterea de copili şi prin sporirea eficienţei fotosintetice a frunzelor (Reynolds şi Wardale, 1989).

Candolfi-Vasconcelos şi Koblet (1990) au urmărit efectul defolierii soiului Pinot noir la înflorit şi după 2, 4, 6 săptămâni. S-a constatat că defolierile efectuate timpuriu au fost compensate de creşterea copililor pe care s-au format noi frunze, suprafaţa foliară fiind asemănătoare cu a celor nedefoliate. Defolierile tardive nu au putut fi compensate, deoarece frunzele au rămas mici, acumularea glucidelor în struguri este redusă, iar procentul de căderea bacelor este ridicat. Din cercetările menţionate a rezultat că producţia este determinată de suprafaţa foliară existentă în perioada de înflorit şi 2–3 săptămâni după acesta, acumularea glucidelor este determinată de suprafaţa foliară activă din perioada cuprinsă între pârgă şi maturare, iar căderea bacelor este corelată cu defolierea plantelor în etapele timpurii de formare a strugurilor.

Cercetările ulterioare efectuate de Candolfi-Vasconcelos şi Koblet (1991) au precizat că mecanismul fiziologic de compensare a defolierii parţiale constă în creşterea intensităţii procesului de fotosinteză, a conductibilităţii mezofilului şi a stomatelor, a conţinutului în clorofilă şi în întârzierea senescenţei şi a căderii frunzelor.

Defolierea în proporţie de 33 % a viţelor, soiul Cabernet Sauvignon, altoit pe portaltoiul 99 Richter, a favorizat pătrunderea luminii şi activitatea fotosintetică a frunzelor mature. Aceasta a stimulat creşterea rădăcinii, a determinat sporirea acidităţii titrabile a bacelor şi scăderea pH-ului, fără a afecta conţinutul în glucide (Hunter, J. ş.a., 1995).

Prezenţa strugurilor pe lăstari are un efect stimulator asupra procesului de fotosinteză, aşa după cum rezultă din datele obţinute de Edson ş.a. (1990), care sunt prezentate în *tabelul 4.3.*

Îndepărtarea strugurilor a condus la scăderea intensităţii procesului de fotosinteză şi la creşterea rapidă a rezistenţei stomatelor la difuziune. Îndepărtarea mugurilor apicali nu a modificat intensitatea fotosintezei şi rezistenţa la difuziune a stomatelor.

Kriedemann ş.a. (1975) au constatat că intensitatea procesului de fotosinteză a viţelor din soiul Cabernet Sauvignon a crescut în prezenţa fructelor cu 11 % în cazul existenţei a 3 frunze/plantă şi cu 26 % când s-au lăsat 6 frunze/plantă.

Stropirile cu soluţie de sulfat de cupru cu concentraţia de 1–3 % au determinat creşterea de la 7 % a cantităţii de radiaţii din diferite regiuni ale spectrului luminos care sunt reflectate la 47 %, iar absorbţia radiaţiilor a fost redusă de la 33 % la 14 % (Dorochov, 1986).

Tabelul 4.3. **Influenţa numărului de struguri pe butuc asupra intensităţii fotosintezei**

Struguri/ butuc	Intensitatea fotosintezei mmol $CO_2/m^2/s$			
	Înflorit	Pârgă	Maturare	Recoltare
3	6,66	13,70	13,31	8,50
2	8,30	11,15	12,06	7,29
1	6,58	10,85	11,77	6,07
0,5	5,87	10,76	11,48	5,71

În cazul utilizării unei soluţii de sulfat de cupru cu concentraţia de 1 %, efectele menţionate sunt mult mai mici.

Substanţele hormonale de creştere, pe lângă efectul lor specific, pot să influenţeze şi rata fotosintezei. Dawton ş.a. (1988) au constatat că tratamentele foliare cu acid abscisic au condus la diminuarea intensităţii fotosintezei cu 40–80 %. Acest efect este atribuit închiderii stomatelor de către acidul abscisic. Loveys (1984) a precizat că acidul abscisic din xilem controlează închiderea şi deschiderea stomatelor, optimizând absorbţia dioxidului de carbon şi eliminarea apei prin transpiraţie. Loveys şi During (1984) au constatat că acidul abscisic biosintetizat în rădăcini este transportat prin xilem spre frunze, unde se acumulează în timpul dimineţii. Datorită acestui fapt, cantitatea de acid abscisic determinată la amiază se dublează.

Tratamentele cu Ethrel în concentraţie de 80–120 ppm efectuate de Ionescu (1987), cu 15 zile înainte de înflorit şi cu o concentraţie de 1 000–1 500 ppm efectuate la 10–15 zile după legare, au redus intensitatea procesului de fotosinteză cu 17–19 % faţă de martor.

Distanţa de plantare, respectiv suprafaţa sau volumul de sol din care rădăcina absoarbe substanţele nutritive, este un factor important ce condiţionează în mod indirect intensitatea procesului de fotosinteză. Cercetări efectuate de Aliev şi Gaziev (1983) au stabilit că o suprafaţă de hrănire de 2,5 × 1,0 m conduce la realizarea unei intensităţi fotosintetice de 1,01 $g/m^2/h$, iar o suprafaţă de hrănire de 4,0 × 2,0 m asigură realizarea unei intensităţi fotosintetice de 1,37 $g/m^2/h$ la soiul Muscat alb (*Tabelul 4.4.*).

Sistemul radicular al plantei poate să influenţeze intensitatea procesului de fotosinteză, prin capacitatea de a absorbi apa şi substanţele minerale. Poni ş.a. (1992) au constatat că înlăturarea

Tabelul 4.4. **Influenţa suprafeţei de absorbţie asupra intensităţii fotosintezei la soiul Muscat alb**

Suprafaţa de hrănire, m	Suprafaţa foliară, m^2/butuc	Indicele suprafeţei foliare	Intensitatea fotosintezei, $g/m^2/h$
2,5 × 1,0	4,9	1,96	1,01
4,0 × 2,0	14,5	1,83	1,37

parţială a rădăcinilor determină reducerea intensităţii procesului de fotosinteză.

Orientarea rândurilor este un factor important ce condiţionează intercepţia radiaţiilor fotosintetic active, influenţând prin aceasta intensitatea procesului de fotosinteză.

During (1994) a determinat zilnic intensitatea maximă a fotosintezei la frunzele viţelor altoite pe diferiţi portaltoi. În final, a constatat că valoarea maximă a acestui proces se realizează la viţele altoite pe portaltoiul Kober 5 BB.

Portaltoii, prin influenţele pe care le pot avea asupra altoiului, influenţează şi intensitatea procesului de fotosinteză a acestora. Astfel, Berlandieri × Riparia Teleki 8 B s-a caracterizat prin valorile cele mai mari ale intensităţii fotosintezei, în timp ce Riparia x Rupestris şi Aramon × Rupestris, prin valorile cele mai mici.

Georgescu şi Severin (1965) au determinat intensităţi mai mari ale intensităţii procesului de fotosinteză la soiurile: Ceauş, Muscat Ottonel şi Traminer, altoite pe Teleki 2 B, Riparia gloire şi Riparia x Rupestris 3309 şi Aramon x Rupestris Ganzin 1, soiul Aligote altoit pe Teleki 8 B şi Riparia gloire, soiul Riesling italian altoit pe Teleki 8 B, Riparia gloire şi Riparia x Rupestris 101–14.

Sistemul de conducere a viţei de vie şi tăierile influenţează distribuţia frunzelor şi expunerea acestora la radiaţiile luminoase, reprezentând un alt factor care influenţează procesul de fotosinteză. Carboneau ş.a. (1978) au determinat intensitatea procesului de fotosinteză la frunzele provenite de la viţele conduse în 10 sisteme diferite. Datele analitice obţinute au scos în evidenţă faptul că limitele de variaţie sunt cuprinse între 6,9 şi 11,0 mg $CO_2/dm^2/h$, diferenţele fiind semnificative din punct de vedere statistic.

Intensitatea procesului de fotosinteză la frunzele provenite de la soiul Sauvignon, în vârstă de 13–15 ani cu conducere înaltă este mai mare cu 23,7 % comparativ cu cea determinată la frunzele provenite

de la plantele cu talie joasă. Productivitatea suprafeţei foliare exprimată în cm^2/g glucide variază între 43,3 şi 58,7 la plantele cu conducerea clasică şi între 80,8 şi 93,8 la cele cu conducerea înaltă.

Caterji ş.a. (1994) au precizat că soiul de viţă de vie Cabernet Sauvignon, condus sub forma tradiţională, realizează indicatori fiziologici superiori comparativ cu forma de conducere sub formă de liră. Aceasta se datoreşte existenţei unui număr de frunze mai mic pe cep, ceea ce permite o mai bună alimentaţie cu apă a acestora, datorită unei mai bune distribuţii a rădăcinilor ca urmare a densităţii mai mari de plantare şi ca urmare a faptului că sistemul de conducere în liră frânează transportul sevei brute datorită lungimii şarpantelor.

Fotorespiraţia reprezintă un proces contrar fotosintezei, prin care o bună parte din carbonul fixat este eliminat sub formă de dioxid de carbon. Acest proces este caracteristic pentru plantele cu tip fotosintetic C3, iar enzima responsabilă este ribulozo-1,5-difosfat carboxilaza, care are şi acţiune oxidazică.

În acest proces ribulozo-1,5-difosfatul este biodegradat în cloroplaste, în prezenţa ribulozo-1,5-difosfat carboxilazei-oxidazei, cu formarea de acid fosfogliceric şi acid fosfoglicolic. După defosforilare, acidul fosfoglicolic trece în peroxizomi, unde este transformat în acid glioxilic care suferă un proces de aminare din care rezultă aminoacidul glicină. Această substanţă trece în mitocondrii, unde din doi moli de glicină se formează un mol de serină şi se eliberează un mol de amoniu şi unul de dioxid de carbon. După Sharkey (1988), în procesul de fotorespiraţie se consumă 15 până la 50 % din dioxidul de carbon asimilat de viţa de vie.

Procesul de fotorespiraţie se intensifică la temperaturi ridicate, fapt dovedit de rezultatele cercetărilor efectuate de During (1988). În condiţiile unei culturi de seră, consumul de carbon în procesul de fotorespiraţie a fost de 1,64 mmol $CO_2/m^2/s$ la soiul Trollinger, 1,46 mmol $CO_2/m^2/s$ la soiul Riesling de Rin şi 1,43 mmol $CO_2/m^2/s$ la soiul Phonix. Acesta reprezintă 78,44 %, 80,89 % şi, respectiv, 79,77 % din carbonul fixat în procesul de fotosinteză.

Intensitatea procesului de fotorespiraţie a reprezentat 34,5 % din intensitatea fotosintezei în cazul soiului Riesling de Rin, 34,7 % la soiul Trollinger şi 52,4 % la soiul Phonix cultivate în seră, în condiţii de stres hidric (10 zile la 45–50 % din capacitatea solului pentru apă).

În cazul viţelor cultivate în câmp, fotorespiraţia a reprezentat 13,7 % din intensitatea procesului de fotosinteză a soiului Riesling de Rin şi 16,1 % la soiul Phonix.

Regina şi Carbonneau (1995) au determinat intensitatea procesului de fotorespiraţie la 7 soiuri de viţă de vie şi au constatat că pe măsură ce se măreşte nivelul radiaţiilor fotosintetic active (303, 580 şi 878 μmol/m^2/s), intensitatea acestui proces creşte în limitele 2,0–4,0 μmol CO_2/m^2/s.

4.3. Procesul de respiraţie

Procesul de respiraţie furnizează nu numai energia necesară pentru procesele de sinteză din plantele de viţă de vie, ci şi compuşi intermediari care sunt utilizaţi în aceste procese.

După Mullins ş.a. (1994), intensitatea procesului de respiraţie a frunzelor de viţă de vie variază la temperatura de 25 °C între 0,5 şi 1,0 mmol CO_2/m^2/s.

Intensitatea procesului de respiraţie variază în principal în funcţie de soiul, vârsta frunzelor şi temperatura mediului. Cercetările efectuate de Durleşteanu (1994) şi Arhip (1994) la 9 soiuri de *Vitis vinifera* au scos în evidenţă că valoarea medie a intensităţii procesului de respiraţie a frunzelor, pe întreaga perioadă de vegetaţie, variază între 219,1 mg CO_2/kg/h la soiul Otilia şi 352,1 mg CO_2/kg/h la soiul Codana.

Cele mai mari valori ale intensităţii acestui proces au fost determinate la începutul perioadei de vegetaţie. Astfel, în timpul înfloritului intensitatea medie a procesului de respiraţie la nouă soiuri de viţă de vie a fost de 459,3 mg CO_2/kg/h. Spre sfârşitul perioadei de vegetaţie, la maturitatea deplină a strugurilor, intensitatea medie a procesului de respiraţie a frunzelor provenite de la 9 soiuri de viţă de vie a scăzut la 175,8 mg CO_2/kg/h, ceea ce reprezintă o diminuare de 61,7 % faţă de valoarea determinată la înflorit.

Creşterea temperaturii până la 45–50 °C determină intensificarea procesului de respiraţie a frunzelor, după care s-a constatat o diminuare (Alleveldt, 1967).

Frunzele clorotice au intensitatea procesului de respiraţie mai mică cu 25–50 % comparativ cu cele normale (Alleveldt, 1967).

Intensitatea procesului de respiraţie a frunzelor variază pe parcursul a 24 ore, cele mai mari valori fiind determinate la ora 13 şi cele mai mici valori la ora 1 (Georgescu ş.a., 1991).

Intensitatea procesului de respiraţie variază şi în funcţie de fertilizare, tratamente hormonale, atac fitopatogen etc. Ionescu şi Condei (1971) au constatat intensificarea procesului de respiraţie în urma

aplicării îngrăşămintelor azotate, iar Georgescu ş.a. (1991) au precizat că tratamentele cu CCC au sporit intensitatea procesului de respiraţie cu 15–22 %, iar tratamentele cu Ethrel au intensificat acest proces cu 3–8 % comparativ cu plantele netratate.

4.4. Procesul de transpiraţie

Procesul de transpiraţie are o importanţă deosebită în metabolismul plantei. Eliminarea apei prin procesul de transpiraţie constituie principala forţă care determină transportul pe cale pasivă al sevei brute, participă la termoreglarea plantelor şi la generarea stării permanente de nesaturare a celulelor cu apă.

Champignol (1994) a precizat că apa eliminată prin transpiraţie de o plantă de viţă de vie variază între 15 şi 20 l/zi în cazul plantelor viguroase (30 kg lăstari/plantă) şi între 4–5 l/zi în cazul plantelor puţin viguroase (30 kg lăstari/plantă) şi în condiţiile unei alimentaţii hidrice limitate. Cea mai mare cantitate de apă: 0,3–1,0 l/oră se elimină între orele 11 şi 16. Ca urmare, necesarul de apă al unei plante de viţă de vie viguroasă este de 1 000 – 1 500 l/an, iar a unei plante mai puţin viguroase: 500–600 l/an.

După During (1987), intensitatea procesului de transpiraţie a frunzelor de viţă de vie variază între 1,02 şi 1,40 mmol/m^2/s. Ponderea o reprezintă transpiraţia stomatică. Transpiraţia cuticulară are, după Larcher (1986), o pondere mică în transpiraţia totală a viţei de vie. Aceasta se realizează prin discontinuităţile cuticulei, mai ales pe faţa adaxală a frunzelor şi reprezintă 17–24 % din transpiraţia totală.

Intensitatea procesului de transpiraţie variază în funcţie de gradul de deschidere a stomatelor, soi, fenofază, temperatură, umiditatea solului, lucrările agrotehnice aplicate etc.

During şi Stoll (1996) au precizat că stomatele de pe frunzele soiurilor Silvaner şi Regent au un grad de deschidere inegal. După Raschke (1975), sistemul de control al stomatelor nu este în echilibru numai când acestea sunt închise. Gradul de deschidere al stomatelor se modifică continuu, fiind în strânsă corelaţie cu concentraţia de dioxid de carbon intracelular şi cu intensitatea fotosintezei (During şi Stoll, 1996).

Determinările efectuate de Durleşteanu (1994) şi Arhip (1994), la 9 soiuri de viţă de vie, au precizat că intensitatea acestui proces variază între 207,2 mg $H_2O/dm^2/h$ la soiul Kişmiş alb şi 300,8 mg $H_2O/dm^2/h$ la soiul Şarba. Cele mai mari valori ale intensităţii proce-

sului de transpiraţie au fost determinate la înflorit (382,6 mg $H_2O/dm^2/h$) şi cele mai mici în faza de maturitate deplină (163,9 mg $H_2O/dm^2/h$).

Cercetările efectuate de Ionescu (1970) i-au permis să grupeze soiurile de viţă de vie din punctul de vedere al intensităţii procesului de transpiraţie în 3 categorii:

- soiuri cu intensitatea transpiraţiei scăzută: Regina viilor;
- soiuri cu intensitatea transpiraţiei intermediară: Sauvignon şi St. Emilian;
- soiuri cu intensitatea transpiraţiei mare: Cabernet Sauvignon, Merlot.

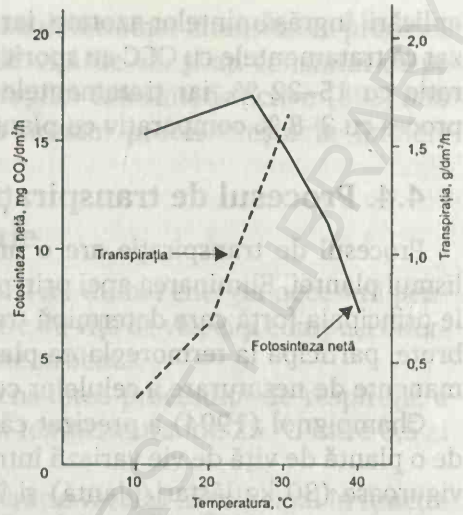


Fig. 4.9. Influenţa temperaturii asupra fotosintezei nete şi a transpiraţiei (Alleweldt ş.a., 1992)

Detaşarea unei frunze de pe plantă determină producerea efectului Ivanov. În prima etapă frunza se comportă normal, diminuarea conţinutului în apă determinând reducerea intensităţii procesului de fotosinteză. În continuare se constată creşterea anormală a intensităţii procesului de fotosinteză, care este pusă pe seama deschiderii hidropasive a stomatelor.

Alleveldt ş.a. (1982) au studiat influenţa temperaturii asupra procesului de transpiraţie. Din datele obţinute a rezultat că intensitatea procesului de transpiraţie creşte aproape liniar la temperaturi cuprinse între 10 şi 30 °C (*Fig.4.9.*).

Creşterea temperaturii până la 25 °C a determinat scăderea rezistenţei ţesuturilor la transportul vaporilor de apă ca urmare a deschiderii stomatelor (Beran, 1988). Temperaturile mai mari de 30 °C determină închiderea stomatelor, ceea ce are drept urmare creşterea rezistenţei ţesuturilor şi scăderea ratei de difuzie a vaporilor de apă prin acestea.

Umiditatea solului este un factor esenţial ce condiţionează intensitatea procesului de transpiraţie. Eibach şi Alleveldt (1984) au precizat că aprovizionarea necorespunzătoare cu apă a plantelor de viţă de vie reduce intensitatea procesului de transpiraţie cu 39 %.

Determinările efectuate de Alleveldt ş.a. (1982) au stabilit că în condiţii corespunzătoare de umiditate a solului intensitatea transpiraţiei are o dinamică caracteristică, cu un maximum la amiază şi două minime dimineaţa şi seara (*Fig. 4.10.*). În condiţii de secetă, intensitatea procesului de transpiraţie a frunzelor din soiul de viţă de vie Polux are un maximum dimineaţa şi scade pe tot parcursul zilei.

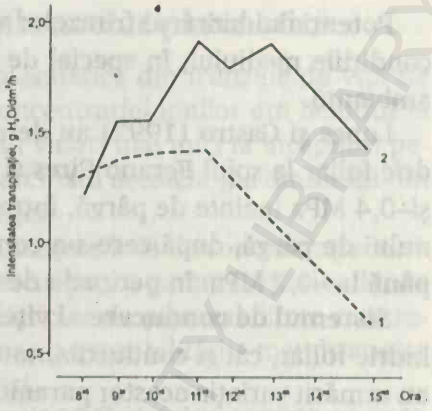


Fig. 4.10. Dinamica zilnică a intensităţii procesului de transpiraţie la frunzele de viţă de vie, soiul Pollux, cultivat în sol uscat (*1*) şi umed (*2*)

Naor ş.a. (1994) au constatat că stresul hidric din perioada de maturare a strugurilor (1 mm/zi) a determinat la mijlocul zilei un potenţial hidric foliar de –2,0 MPa care a favorizat scăderea conductibilităţii stomatelor. Pe parcursul acestei perioade nu s-a putut identifica existenţa unui reglaj osmotic, în cazul soiului Sauvignon.

Beran (1988) a studiat influenţa luminii şi a temperaturii asupra rezistenţei ţesuturilor din frunzele de viţă de vie, soiul Riesling, altoit pe SO_4, la difuzia vaporilor de apă. Din datele obţinute a rezultat că relaţia dintre intensitatea luminoasă şi rata de difuzie a vaporilor de apă urmează, în general, o curbă descendentă, asimptotă. Pe măsură ce intensitatea luminoasă creşte spre 30 lx, transpiraţia se intensifică rapid şi rezistenţa la difuziune a ţesuturilor scade. În continuare transpiraţia creşte din ce în ce mai lent, realizând un maximum la intensităţi luminoase cuprinse între 45 şi 50 lx.

Natali ş.a. (1985) au utilizat ca indicator fiziologic pentru evidenţierea apei absorbite din sol determinarea potenţialului hidric al frunzelor înainte de răsăritul soarelui. Autorii au constatat că potenţialul hidric al celulelor la frunzele de viţă de vie, soiul Sauvignon, a fost de –12 bari, în orele de prânz. În condiţii de stres hidric, potenţialul hidric al frunzelor înainte de răsăritul soarelui ajunge la –15 bari, ceea ce conduce la scăderea intensităţii transpiraţiei.

Beran (1982) a constatat că la umidităţi scăzute ale solului, influenţa temperaturii asupra intensităţii procesului de transpiraţie este redusă sau nulă.

Potenţialul hidric al frunzelor variază în funcţie de fenofază şi de condiţiile mediului, în special de umiditatea solului şi temperatura ambiantă.

Lopes şi Castro (1992) au determinat dinamica potenţialului hidric foliar la soiul Ferano Pires şi au constatat că variază între –0,3 şi–0,4 MPa înainte de pârgă, între –1,2 şi –1,5 MPa la mijlocul sezonului de pârgă, după care s-a constatat scăderea acestui parametru până la –0,7 MPa în perioada de maturitate.

Sistemul de conducere al viţelor poate influenţa atât potenţialul hidric foliar, cât şi conductibilitatea stomatelor. Novello ş.a. (1992) au urmărit variaţia acestor parametri la soiul Cortese, condus sub forma tradiţională Guyot, rânduri simple, sistemul Y şi rânduri duble. Potenţialul hidric foliar a fost mai scăzut în cazul primei variante, dar diferenţele în ceea ce priveşte conductibilitatea stomatelor au fost mai mici.

Fertilizarea poate să influenţeze intensitatea procesului de transpiraţie aşa după cum rezultă din datele obţinute de Ionescu şi Condei (1971). În cazul soiului Tămâioasă românească, cultivată în ecosistemul Drăgăşani, intensitatea procesului de transpiraţie a variat între 553 mg $H_2O/dm^2/h$ la varianta fertilizată cu K_{60} şi 622 mg $H_2O/dm^2/h$ la varianta fertilizată cu N_{90} P_{90}. Apa eliminată de o plantă într-o oră a fost de 165,90 g în primul caz şi 229,52 g în cel de al doilea.

Cercuirea determină, după During (1978), acumularea unor asimilate în frunze sau/şi în tulpini şi lăstari, care, probabil, induc prin intermediul acidului abscisic, închiderea stomatelor. În condiţii de secetă, închiderea stomatelor reduce intensitatea procesului de transpiraţie şi măreşte valoarea potenţialului hidric al frunzelor.

Productivitatea transpiraţiei, care reprezintă cantitatea de substanţă uscată acumulată la 1 000 ml apă eliminată prin transpiraţie, sporeşte în medie cu 20 % în condiţiile unei aprovizionări reduse cu apă, iar prezenţa strugurilor măreşte productivitatea transpiraţiei cu 6 % (Eibach şi Alleveldt, 1984).

Coeficientul economic al transpiraţiei reprezintă cantitatea de apă eliminată prin transpiraţie, pentru acumularea unui gram de substanţă uscată. Valoarea acestui coeficient variază între 223 şi 430 ml H_2O/g (Alleveldt ş.a., 1982).

4.5. Permeabilitatea membranelor plasmatice

Permeabilitatea membranelor plasmatice din frunzele de viţă de vie, determinată prin măsurarea concentraţiei ionilor din lichidul în care au fost imersate probele, a avut valori mai mici la începutul perioadei de vegetaţie, a crescut pe parcursul acesteia şi a diminuat din nou în timpul maturării şi senescenţei.

Valorile determinate au fost influenţate însă de concentraţia ionilor din celulele frunzelor, care a crescut pe tot parcursul perioadei de vegetaţie. Ca urmare, s-a calculat indicele de permeabilitate care reprezintă raportul dintre valoarea permeabilităţii membranelor plasmatice şi conţinutul în ioni liberi.

Valorile obţinute de Durleşteanu (1994) şi Arhip (1994) au indicat o scădere foarte semnificativă a indicelui de permeabilitate. Valorile medii determinate la 9 soiuri de viţă de vie au variat între 1,45 la pârgă şi 1,82 la maturitatea deplină a frunzelor.

4.6. Reducerea nitraţilor în frunze

Reducerea nitraţilor se realizează atât în rădăcini, cât şi în frunze. Activitatea maximă a nitratreductazei din frunzele soiului Cabernet Sauvignon a fost determinată în perioada de la mijlocul dimineţii până la prânz. Nu s-au constatat diferenţe între activitatea acestei enzime în frunzele tinere şi mature, dar după recoltarea strugurilor s-a constatat intensificarea activităţii nitratreductazei (Hunter şi Puffner, 1997). Reducerea nitraţilor este stimulată de intensitatea luminoasă mare, temperatura ridicată şi de aprovizionarea corespunzătoare cu apă.

Activitatea nitratreductazei din frunze a crescut în urma aplicării de tratamente cu CCC în concentraţie de 0,1 % şi a scăzut în cazul frunzelor tratate cu acid giberelic (Kukuidze ş.a., 1986). Rezultate similare a obţinut şi Poni ş.a. (1992).

Azotul amoniacal rezultat este utilizat pentru sinteza amidelor care reprezintă forma de transport a azotului.

4.7. Absorbţia foliară

Frunzele de viţă de vie asigură prin absorbţie foliară aproximativ 10–19 % din necesarul anual de apă. Procesul de absorbţie se realizează prin cuticulă şi ectodesme. Frunza reprezintă, în acelaşi timp, situsul de absorbţie a unor compuşi chimici care provin din sub-

stanţele utilizate pentru combaterea microorganismelor parazite sau provenite din mediul înconjurător. Pe această cale se absoarbe cuprul şi anionul sulfat din zeama bordeleză, îngrăşămintele aplicate extraradicular, cât şi unele metale grele aşa cum este plumbul care provine din gazele de eşapament ale maşinilor.

4.8. Variaţia unor indicatori biochimici din frunze pe parcursul procesului de maturare şi senescenţă

Compuşii chimici existenţi în frunzele de viţă de vie influenţează în mod diferit desfăşurarea proceselor fiziologice. Unii participă direct la desfăşurarea acestor procese aşa cum sunt: pigmenţii fotosensibili, enzimele şi hormonii, în timp ce alţi compuşi reprezintă substanţe energetice sau substanţe secundare rezultate din metabolism.

Toate substanţele organice existente în plantele de viţă de vie rezultă din carbonul fixat în procesul de fotosinteză. Plakida şi Voznessenski (1971) au apreciat că cca 70–75 % din carbonul asimilat rămâne fixat în moleculele substanţelor de natură glucidică, 10–15 % este utilizat pentru biosinteza pigmenţilor, 6–17 % pentru sinteza aminoacizilor şi 1 % pentru cea a acizilor organici.

Pigmenţii clorofilieni intră în alcătuirea antenelor fotoreceptoare şi a centrelor de reacţie a celor două fotosisteme, participând la procesul de fotosinteză. Conţinutul în clorofilă totală a frunzelor de viţă de vie variază în funcţie de soi. Astfel, Durleşteanu (1994) şi Arhip (1994) au constatat că frunzele soiului Otilia au avut cel mai mic conţinut în clorofilă totală, pe tot parcursul perioadei de vegetaţie (140,26 mg/100g), iar cele ale soiului Codana, cel mai mare conţinut (219,48 mg/100 g).

Cercetările efectuate în dinamică au evidenţiat modificările pe care le suferă pigmenţii clorofilieni, pe parcursul perioadei de vegetaţie. Astfel, conţinutul mediu de clorofilă a frunzelor din 9 soiuri de viţă de vie a fost de 158,45 mg/100 g în perioada înfloritului. Conţinutul de clorofilă creşte în perioada de maturare a frunzelor, ajungând la 182,07 mg/100 g frunze în faza de creştere a bacelor şi la 219,64 mg/100 g frunze în faza de pârgă. Pe parcursul lunii septembrie s-a constatat scăderea conţinutului de clorofilă totală din frunze, care în faza de maturitate deplină a bacelor a ajuns la

184,03 mg/100 g. Această diminuare reprezintă în medie 16,2 % faţă de valoarea determinată în faza de pârgă.

Raportul clorofilă *a/b* are valoarea maximă la începutul perioadei de vegetaţie şi anume 2,5 în data de 8 iunie şi scade la 1,76 în 22 septembrie.

Modificarea valorii acestui raport este determinată în principal de scăderea conţinutului în clorofilă *a*, pe parcursul perioadei de vegetaţie a frunzelor.

Pigmenţii carotenoizi intră în alcătuirea antenelor fotoreceptoare ale fotosistemului II, dar se acumulează şi în cromoplaste, contribuind la realizarea culorii caracteristice a frunzelor mature. Conţinutul frunzelor în pigmenţi carotenoizi are o dinamică ascendentă. Astfel, valoarea medie determinată în frunzele a 9 soiuri de viţă de vie a avut cele mai mici valori în perioada de înflorit (9,44 mg/100 g). Pe parcursul procesului de maturare a frunzelor s-a constatat acumularea pigmenţilor carotenoizi, astfel încât în perioada când strugurii au ajuns în faza de pârgă s-a determinat în medie 17,26 mg/100 g frunze proaspete. Pe parcursul lunii septembrie, conţinutul în pigmenţi carotenoizi a frunzelor a scăzut astfel încât valoarea medie la cele 9 soiuri a fost de 14,69 mg/100 g.

Xantofilele intră în compoziţia antenelor fotoreceptoare ale fotosistemului II. Analiza acestor pigmenţi prin cromatografia în fază lichidă, efectuată de Varadi ş.a. (1992) la extractele din frunzele de *Vitis vinifera*, soiul Chardonay, a precizat că în frunzele însorite există o cantitate mai mare de xantofile. Acestea pot avea rol protector în cazul excitării moleculelor de clorofilă cu intensităţi luminoase mari. În frunzele umbrite cca 90 % din xantofile se găsesc sub formă de violaxantină, dar la creşterea intensităţii luminoase are loc un proces de deepoxidare, în urma căruia se formează zeaxantina.

Pigmenţii antocianici au fost identificaţi în frunzele soiurilor de viţă de vie cu struguri coloraţi: Merlot, Cabernet Sauvignon şi Camay Freaux. Dintre aceşti pigmenţi, cele mai mari cantităţi s-au determinat în cazul: cianidin-3-monoglucozidului şi peonoidin-3-monoglucozidului. O pondere mai mică s-a constatat în cazul delfinidin-, petunidin- şi malvidin-3-monoglucozidului, delfinidin-, şi cianidin-monoglucozidului acetat, peonoidin- şi malvidin -3-monoglucozidului acetat, malvidin- şi cianidin-3-monoglucozidului cafeat şi malvidin- şi peonoidin-3-monoglucozidului cumarat.

Proporţia acestor pigmenţi a variat în funcţie de soi şi gradul de maturare. Cele mai mari cantităţi de antociani au fost determinate la

soiul Gramay Freaux (28,08 mg/g subst. uscată), în faza de maturitate deplină. În perioada de cădere a frunzelor, cantitatea acestor pigmenţi a scăzut cu 48,6 % la soiul Merlot, 47,5 % la soiul Gramay Freaux şi cu 36,6 % la soiul Cabernet Sauvignon.

Conţinutul în amidon al frunzelor de viţă de vie variază în funcţie de intensitatea procesului de fotosinteză. Astfel, frunzele expuse la radiaţiile solare din timpul prânzului au un conţinut de amidon mai mare de 1,5–2,5 ori comparativ cu cel determinat în timpul dimineţii (Roper şi Williams, 1989).

Conţinutul de glucide solubile din frunzele de viţă de vie are o dinamică diurnă similară în frunzele tinere şi în cele mature (Hunter ş.a., 1994). În ceea ce priveşte zaharoza, aceasta are un conţinut maxim în frunzele tinere, la începutul perioadei de vegetaţie (1,70 % subst. proaspătă) şi scade după formarea fructelor, sub valoarea determinată în frunzele mature.

În timpul procesului de maturare a strugurilor s-a constatat o scădere a conţinutului în zaharoză a frunzelor din dreptul strugurilor până la 0,10 %, în timp ce frunzele din zonele apicale ale lăstarilor au avut un conţinut de zaharoză de 1,28 % (Alquier-Bouffard, 1969).

Raportul dintre zaharoză şi glucidele reducătoare este mai mare la ora 14 (1,78 %) şi mai mic dimineaţa (1,18 %).

Stoev (1971) menţionează că cercetările efectuate cu carbon marcat (^{14}C) au scos în evidenţă că acesta se localizează mai ales în zaharoză (64 %) şi mai puţin în fructoză (15 %) şi în glucoză (13 %). O parte din carbonul marcat a fost identificată în aminoacizi (cistină, histidină, acid aspartic şi glutamic, alanină, tirozină, prolină, metionină, valină, fenilalanină şi lizină) şi în acizi organici (acid oxalic, tartric, citric, malic şi succinic).

Hunter ş.a. (1994) au precizat că în perioada de legare a bacelor, frunzele au un conţinut scăzut în zaharoză şi mai mare în hexoze, în timp ce la sfârşitul fazei de vegetaţie, raportul se inversează.

Conţinutul în acizi organici din frunze este mai mare comparativ cu cel din alte organe ale plantelor. Pe parcursul perioadei de vegetaţie s-a constatat existenţa a două maxime ale conţinutului în acizi organici: unul la începutul creşterii frunzelor şi altul în faza de pârgă (Alquier-Bouffard, 1969). Acidul malic este principalul acid organic responsabil de acidifierea frunzelor, alături de acidul tartric, care predomină în frunzele tinere şi scade pe parcursul procesului de maturare şi de senescenţă (*Fig. 4.11.*).

Conţinutul în proteine al frunzelor este dependent de vârsta acestora. Analizele efectuate în dinamică au evidenţiat o scădere a conţinutului în proteine pe parcursul perioadei de creştere, urmat de o sporire a acestui conţinut, la sfârşitul acestei perioade. O nouă scădere se constată în timpul maturării, când proteinele sunt degradate la aminoacizi, care sunt translocaţi spre struguri (Dintscheff ş.a., 1964). În faza de senescenţă o parte din proteinele foliare sunt hidrolizate cu formarea aminoacizilor corespunzători, care sunt translocaţi spre organele perene.

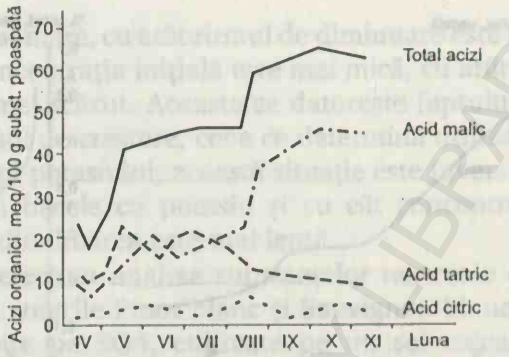


Fig. 4.11. Conţinutul în acizi organici din limbul foliar (Alquier-Bouffard, 1969)

Azotul organic şi anorganic translocat din frunze spre organele perene ajunge la sfârşitul perioadei de vegetaţie la cca 3 000 mg N/plantă. Oland (1963) a apreciat că cca 40 % din azotul din frunze este reciclat o dată cu căderea acestora.

Conţinutul în aminoacizi liberi din frunzele de viţă de vie scade până în faza de pârgă, după care are loc o creştere până în faza de maturitate (Alquier-Bouffard, 1967). Dintre aminoacizii liberi ponderea o deţin cei din grupa alaninei.

După Schaller ş.a.(1990), conţinutul în aminoacizi din frunzele de viţă de vie, soiul Müller Thurgau, este de 1,22 g/100 g substanţă uscată, la începutul vegetaţiei şi scade la recoltare până la 0,2 %. Cea mai mare variaţie a conţinutului în aminoacizi s-a constatat la frunzele de la mijlocul lăstarilor.

Conţinutul în elemente minerale, respectiv, în azot total, fosfor, sulf, mangan şi fier este mai mare comparativ cu cel determinat în peţioli. Pe parcursul perioadei de vegetaţie elementele minerale din frunze prezintă o dinamică caracteristică (*Fig. 4.12.*). Azotul, potasiul şi fosforul prezintă, în general, o diminuare pe parcursul perioadei de vegetaţie, în timp ce magneziul, calciul şi borul au o creştere în perioada ce precede maturarea fructelor (Szoke ş.a., 1992).

Ritmul de diminuare a elementelor minerale este dependent de concentraţia acestora. Astfel, în cazul azotului, cu cât concentraţia

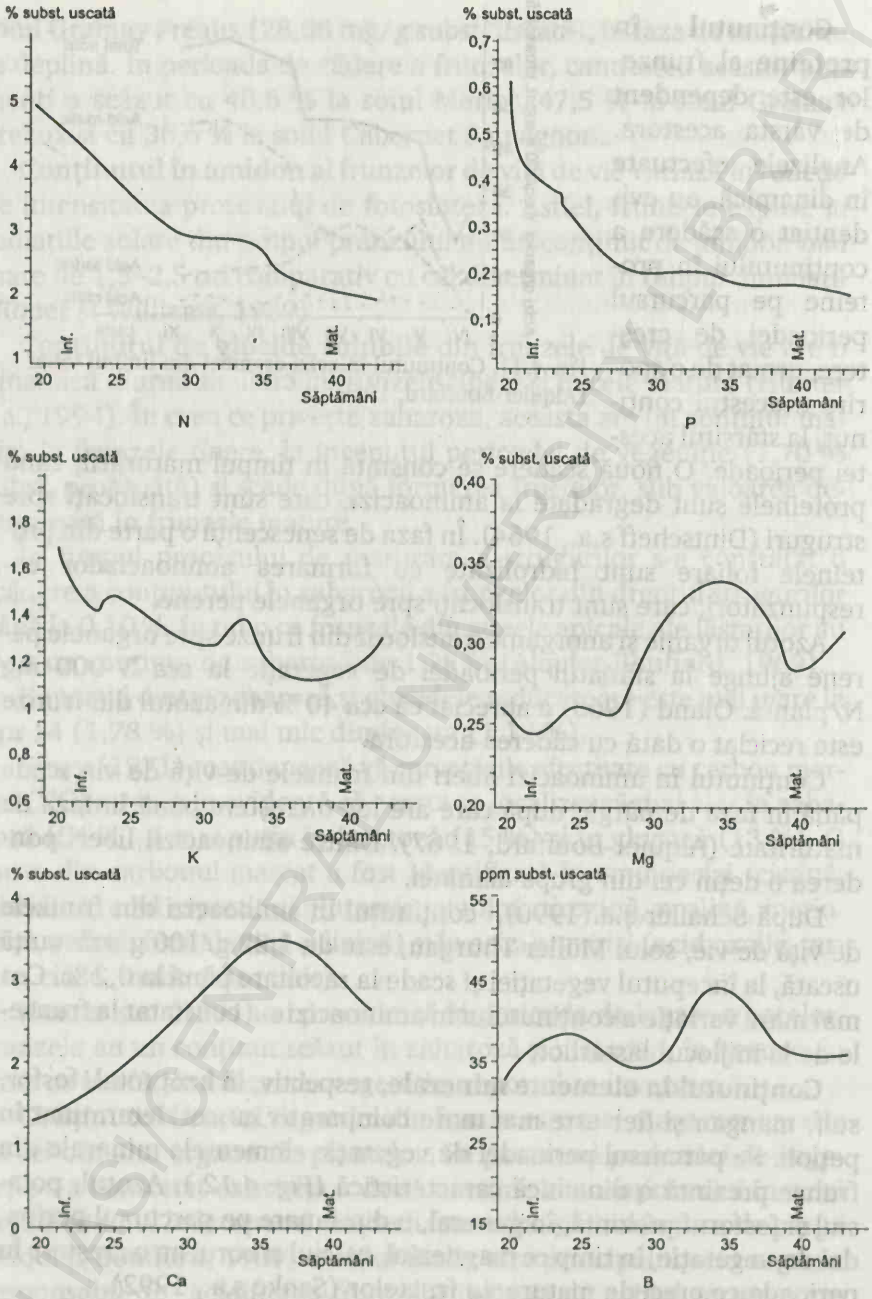


Fig. 4.12. Dinamica conţinutului în N, P, K, Mg, Ca şi B pe parcursul perioadei de vegetaţie a frunzelor de viţă de vie din 7 soiuri (Szoke ş.a., 1992)

inițială a acestuia este mai mare, cu atât ritmul de diminuare este mai rapid și invers, cu cât concentrația inițială este mai mică, cu atât ritmul de diminuare este mai scăzut. Aceasta se datorește faptului că azotul stimulează procesul de creștere, ceea ce determină utilizarea rapidă a acestuia. În cazul potasiului, această situație este inversată. Frunzele aprovizionează bacele cu potasiu și cu cât concentrația acestuia este mai mare, diminuarea este mai lentă.

Bavaresco (1997) a efectuat analiza substanțelor minerale din frunzele provenite de la soiurile Pinot blanc și Sauvignon blanc, în vârstă de trei ani, altoite pe SO4, cultivate pe un sol calcaros. Conținutul în azot, fosfor, potasiu și cupru scade în timp ce concentrația de calciu, magneziu, fier și mangan sporesc semnificativ în timpul sezonului de creștere. Zincul și borul nu au modificări semnificative. În faza de pârgă concentrația de fier din frunzele clorotice provenite de la soiul Pinot blanc a crescut puțin, față de cele provenite de la soiul Sauvignon blanc.

După Fregoni (1985), valorile optime ale conținutului în elemente minerale din frunzele de viță de vie variază în următoarele limite: 2,4–2,6 % azot, 0,2–0,24 % fosfor, 1,2–1,4 % potasiu, 2,5–3,5 % calciu, 0,23–0,27 % magneziu, 0,024–0,026 % sodiu, 150–250 ppm fier, 30–150 ppm mangan, 5–20 ppm cupru, 25–40 ppm bor. Valorile rapoartelor dintre principalele elemente minerale sunt: N/K 1,9–2,4, K/Mg 3–7, K/Ca 0,45, K/Mg+Ca 0,3–0,4, P/Fe 14 și Fe/Mn 1.

Analiza pețiolilor a dovedit că aceștia au un conținut mai ridicat în azot nitric, potasiu, sodiu, magneziu și uneori în calciu comparativ cu limbul foliar

Parejo ș.a. (1992) au constatat că pețiolii frunzelor de viță de vie, soiul Chardonnay, altoit pe portaltoiul 41 B, prezintă în perioada cuprinsă între înflorit și căderea frunzelor o diminuare a conținutului în azot, fosfor, potasiu și bor, în timp ce conținutul în magneziu, calciu, sodiu și mangan crește treptat.

Concentrația nitraților din pețiolii frunzelor este un indicator pentru aprovizionarea cu azot a plantelor de viță de vie. Conținutul în nitrați prezintă două maximumuri: unul înainte de înflorit și altul la pârgă și un minimum la înflorit.

Delas și Pouget (1984) au constatat că aplicarea unei soluții nutritive cu exces de substanțe minerale au determinat absorbția preferențială a azotului, fosforului și potasiului și depozitarea acestor elemente în limb, pețiol, coarde și must, în detrimentul calciului și magneziului. Excesul substanțelor minerale și, în special, al azotului

a determinat scăderea calităţii bacelor, respectiv diminuarea conţinutului în glucide şi în antociani.

Sistemul de conducere pe spalier vertical, cortină dublă, cortină centrală şi sistemul Y nu a influenţat conţinutul frunzelor în azot, fosfor, potasiu, magneziu, zinc şi bor. S-au constatat însă diferenţe între conţinutul în calciu şi fier din frunzele provenite de la viţele conduse în sistemul Y şi pe spalier vertical (Novello ş.a., 1992).

Rezultate similare au obţinut şi Lombard şi Price (1992), sistemele de conducere cercetate neinfluenţând semnificativ conţinutul frunzelor în mangan, zinc şi bor. Cel mai mare conţinut în calciu a fost determinat la frunzele provenite de la viţele conduse sub formă de pergolă. Atât la viţele altoite, cât şi la cele nealtoite cea mai mare cantitate de azot, fosfor, magneziu şi calciu s-a determinat la frunzele de pe lăstarii centrali. Concentraţia frunzelor în azot şi zinc nu a fost influenţată de tipul portaltoiului.

Acumularea calciului în frunze variază mult în funcţie de soi. Erdei ş.a. (1992) au constatat că în frunzele soiurilor Fetească albă, clon E-99 şi AK-28 (hibrid Teleki 8 BB x Vitis vinifera), se acumulează cantităţi mari de calciu, în timp ce în frunzele soiurilor Rupestris du Lot şi Chasselas x Berlandieri 41 B s-au determinat acumulări reduse de calciu.

Starea de nutriţie minerală a plantelor de viţă de vie poate fi diagnosticată prin analiza frunzelor sau a peţiolilor. În cazul unei nutriţii corespunzătoare, conţinutul în substanţe minerale a peţiolilor trebuie să corespundă cu următoarele valori: 0,77 % pentru azot, 0,14 % pentru fosfor, 2,0 % pentru potasiu, 0,70 % pentru calciu şi 0,15 % pentru magneziu.

Conţinutul în apă al frunzelor este dependent de vârsta acestora şi de factorii ambianţi. Cercetările efectuate de Wermelinger şi Koblet (1990) la soiul Pinot noir au evidenţiat scăderea conţinutului în apă al frunzelor pe tot parcursul perioadei de vegetaţie, dar mai pronunţată la frunzele tinere şi la cele senescente. Din graficul prezentat în *figura 4.13,* se remarcă faptul că frunzele nou-formate au avut un conţinut în apă de aproximativ 80 % şi a scăzut sub 70 % în frunzele senescente.

Patakas ş.a. (1997) au precizat că frunzele imature de viţă de vie, soiul Roditis, au avut un conţinut în apă de 78 %, iar cele bătrâne (supramaturate), 62 %. Capacitatea de osmoreglare a fost similară la frunzele tinere şi mature, dar elasticitatea frunzelor tinere a fost mai mare, ceea ce permite adaptarea mai bună la condiţiile de secetă.

Căderea frunzelor (abscisia) are loc înainte de intrarea în repausul vegetativ al viţei de vie. Într-o primă etapă are loc retranslocarea din frunze a glucidelor solubile, aminoacizilor şi substanţelor minerale cu mobilitate mare (N, P, K, Mg etc.), în organele perene.

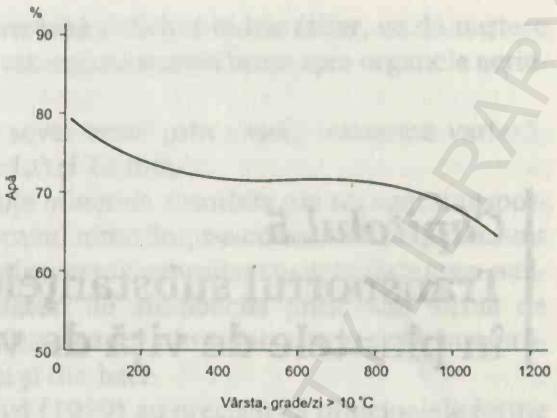


Fig. 4.13. Variaţia conţinutului în apă al frunzelor de viţă de vie, soiul Pinot noir, în funcţie de vârsta acestora (Wermelinger şi Koblet, 1971)

Sinteza etilenei în frunzele mature stimulează trecerea la faza de senescenţă, inducând totodată biosinteza unor enzime hidrolitice ca: celulazele şi enzimele pectice. Aceste enzime catalizează biodegradarea celulozei din pereţii celulari şi, respectiv, a lamelei mediane, contribuind la desprinderea celulelor din zona de abscisie. În cazul frunzelor de viţă de vie s-a constatat existenţa a două zone de abscisie: una la joncţiunea dintre peţiol şi tulpină şi alta între limb şi peţiol.

După reacţiile de hidroliză care au loc în zona de abscisie, frunzele rămân fixate prin fasciculele conducătoare, care se rup sub greutatea acestora sau la bătaia vântului.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Capitolul 5
Transportul substanţelor în plantele de viţă de vie

Apa şi substanţele minerale absorbite din sol sunt transportate prin rădăcină şi tulpină spre organele aeriene.

Altoirea poate constitui uneori un obstacol în calea acestui transport. Cahampagnol (1984) a ajuns la concluzia că cercetările efectuate până în prezent în diferite ţări nu au evidenţiat un efect dăunător al altoirii asupra transportului substanţelor prin planta de viţa de vie. Doar în cazul unei suduri necorespunzătoare sau a incompatibilităţii, altoirea poate constitui un obstacol pentru transportul substanţelor prin vasele conducătoare. S-a constatat, de asemenea, că rănirea mecanică şi atacul patogen pot determina întreruperea sau obturarea vaselor conducătoare şi diminuarea sau blocarea transportului prin vasele conducătoare.

Înainte de a începe circulaţia sevei prin plantele de viţa de vie are loc mobilizarea substanţelor de rezervă din sistemul radicular şi din coarde şi transportul acestora spre organele consumatoare, care sunt reprezentate la începutul perioadei de vegetaţie de muguri (Stoev şi Ivanchev, 1977). Plânsul plantelor se manifestă primăvara devreme şi este determinat de presiunea radiculară care este activă (se generează cu consum de energie biochimică) şi pozitivă. Această presiune determină că circulaţia sevei brute începe încă înainte de dezmugurit. În această perioadă seva brută conţine până 0,5–1,0 % glucide.

Vasele lemnoase reprezintă principala cale de transport a sevei brute spre organele aeriene ale viţei de vie. În cazul speciei *Vitis labrusca,* lungimea vaselor lemnoase este de 8 m, iar diametrul este de 300 mm.

Seva brută este alcătuită în principal din apă, cea mai mare parte a acesteia (cca 92–98 %) este eliminată după formarea frunzelor prin

transpiraţie. Aceasta generează deficitul hidric foliar, ce dă naştere forţei pasive care asigură ascensiunea sevei brute spre organele aeriene.

Viteza de transport a sevei brute prin vasele lemnoase variază, după Jones (1983), între 1,0 şi 12 mm/s.

Cele mai multe substanţe minerale absorbite din sol sunt transportate sub formă de ioni. În cazul nitraţilor, s-a constatat că o parte sunt reduşi în rădăcină la amoniac, care este utilizat pentru formarea aminelor, care reprezintă alături de aminoacizi principala formă de transport a azotului. O altă parte a nitraţilor este redusă în cloroplastele din frunzele verzi şi din bace.

Hill-Cottingham şi Lloyd (1979) au precizat că principalele forme de transport ale azotului prin xilemul viţei de vie sunt acidul aspartic, acidul glutamic, amidele lor, precum şi arginina. Concentraţia maximă de azot din butuc şi coarde s-a determinat cu două săptămâni înainte de înflorire. După înflorire, cantitatea de azot din ţesuturile conducătoare scade astfel încât în fenofaza de pârgă s-au determinat cantităţi neglijabile (Lohrentz ş.a., 1990).

Ponderea azotului în seva brută este dependentă de compoziţia chimică a solului şi de doza de fertilizare aplicată. Glutamina care este principala formă de transport a azotului reprezintă cca 66 % din cantitatea de azot total. O pondere însemnată are însă şi azotul mineral, care poate fi transportat sub formă de nitrat. În condiţiile unei fertilizări azotate reduse, în vasele lemnoase se găsesc 4–25 % de azot sub formă de nitraţi, iar la o fertilizare abundentă, concentraţia de nitraţi creşte la 16–42 % (Alleveldt şi Merkt, 1992).

Analizele efectuate de Glad ş.a. (1992) au precizat că seva brută are următoarea compoziţie chimică: potasiu 7 300 μmol, calciu 2 600 μmol, fosfat 2 500 μmol, nitraţi 2 300 μmol, sulfaţi 1 600 μmol, magneziu 500 μmol şi clor 150 μmol, aminoacizi 5 500 μmol, amide (glutamină 4 000 μmol), acizi organici 3 500 μmol, glucide solubile 500 μmol.

În mod similar cu azotul, sulful şi fosforul pot fi transportaţi tot sub formă de compuşi organici: aminoacizi cu sulf şi, respectiv, ATP.

La începutul perioadei de vegetaţie, transportul substanţelor minerale este orientat prioritar spre muguri şi spre organele în creştere. Biblina (1960) a stabilit că mugurii conţin până la pornirea în vegetaţie 1,36 % azot, în timpul plânsului conţinutul în azot creşte la 2,56 %, iar la dezmugurit ajunge la 5,07 %. Rezultate similare s-au

constatat şi în cazul potasiului, mugurii conţinând 1,51 % la pornirea sevei şi 7,87 % la dezmugurit (raportat la substanţa uscată).

Campbell şi Strother (1996) au făcut analiza exudatului xilemic recoltat de la viţa de vie, soiul Waltham Cross, şi au constatat că glucidele totale scad până la 120 mg/l echivalent glucoză, înainte de realizarea cantităţii maxime de exudat. Aceasta indică mobilizarea substanţelor de rezervă din rădăcini şi tulpini şi transportul acestora spre ţesuturile apicale în creştere. Concentraţia nitraţilor şi a azotului amoniacal din seva brută creşte realizând un maximum ce corespunde cu debitul maxim al exudatului, după care concentraţia acestora scade.

După dezmugurit, cea mai mare parte din substanţele minerale se depozitează în frunze, de unde elementele cu mobilitate mare (N, P, K, Mg) pot fi translocate spre ţesuturile în creştere (în caz de carenţă) sau spre fructe.

Cantitatea totală de elemente minerale absorbite din sol de plantele de viţă de vie şi depozitate în coarde, frunze şi fructe este în medie de: 40–70 kg N/ha/an, 4–10 kg P/ha/an, 40–70 kg K/ha/an, 40–80 kg Ca/ha/an şi 6–15 kg Mg/ha/an (Champagnol, 1994).

Transportul la nivel foliar al substanţelor este bidirecţional. Frunzele tinere care nu au realizat 1/3 din suprafaţa lor maximă au o intensitate fotosintetică sub punctul de compensare şi ca urmare primesc asimilatele de la frunzele mai în vârstă (Koblet, 1971). După ce au realizat 1/3 din suprafaţa caracteristică, frunzele încep să exporte asimilate. Weaver (1962) a stabilit că frunzele devin autonome din punctul de vedere al nutriţiei când au realizat 50 % din suprafaţa lor maximă, în timp ce Martinez de Toda (1994) consideră că aceasta se realizează numai când frunzele au 80 % din suprafaţa lor maximă.

O parte din asimilatele produse în procesul de fotosinteză sunt reţinute în frunze pentru consumul propriu, dar ponderea asimilatelor este transportată sub formă de zaharoză şi aminoacizi, prin 1 până la 5 celule, la vasele liberiene. Calea de transport spre vasele liberiene nu este încă bine precizată, dar se presupune că transportul substanţelor are loc atât pe cale apoplasmică, cât şi simplasmică. La nivelul diferitelor celule şi, mai ales, al celulelor de transfer, zaharoza este transportată activ prin plasmalemă, cu participarea pompelor zaharoză–H^+– ATP-ază. Aceasta face posibilă concentrarea zaharozei din vasele liberiene de câteva zeci de ori, astfel încât primăvara seva elaborată poate conţine până la 1 % zaharoză.

Parte din elementele minerale din seva brută urmează o cale asemănătoare, iar restul se depozitează în vacuolele din celulele frunzelor.

Apa care nu a fost eliminată prin transpiraţie (2–8 %) este utilizată pentru hidratarea celulelor din mezofilul foliar sau este transportată spre vasele liberiene unde intră în compoziţia sevei elaborate.

Vasele liberiene reprezintă principala cale de transport a substanţelor fotosintetizate spre celulele din toate organele viţei de vie. Aplicarea dioxidului de carbon marcat ($^{14}CO_2$), la frunzele viţei de vie, a permis lui Kriedemann ş.a. (1973) să precizeze că în cca 60 min. radioactivitatea poate fi identificată în fructe, în vasele conducătoare, seminţe, pereţii celulari şi în epidermă.

Glad ş.a. (1992) au determinat compoziţia exudatului floemic obţinut de la un lăstar, în timp de 4 ore. Glucidele solubile reprezintă 290 nmol, din care 70 % sunt constituite din glucoză şi fructoză, care se află în raport de 2 la 1. Aminoacizii şi aminele reprezintă 300 nmol, din care glutamina reprezintă 60 %, iar prolina 10 %. Concentraţia acizilor organici se ridică la 305 nmol din care acidul tartric reprezintă 170 nmol, acidul malic 110 nmol şi acidul citric 25 nmol. Conţinutul de potasiu din exudatul floemic este de 800 nmol, iar nitraţii nu au fost identificaţi în cantităţi semnificative.

Dinamica conţinutului în glucide solubile din seva elaborată evidenţiază o scădere de cca 10 % până la înflorit, care este urmată de o creştere de 100 %, până la începutul legării fructelor.

Aminoacizii din seva elaborată indică o creştere de 120 % , începând cu perioada ce precede înflorirea şi până la începutul legării fructelor.

O creştere netă se constată şi în cazul potasiului din exudatul floemic, care înainte de înflorire reprezenta 420 nmol, iar la începutul legării fructelor ajunge la 1 270 nmol.

Compoziţia exudatului floemic se modifică pe parcursul procesului de vegetaţie în funcţie de cantitatea de produse mobilizate şi retranslocate din organele de depozitare temporară: rădăcini, tulpini şi frunze.

În prima parte a perioadei de vegetaţie, circulaţia sevei elaborate este dirijată prioritar spre organele în creştere: mugurii apicali şi laterali, precum şi lăstari, frunze şi rădăcini. Prin acest transport se asigură necesarul de substanţe pentru procesul de creştere, în principal: zaharoză, aminoacizi, ioni, ATP, hormoni etc.

Stoev (1971) menţionează că înainte de formarea frunzelor, compuşii rezultaţi din hidroliza substanţelor de rezervă au o direcţie de transport acropetală. După formarea frunzelor, substanţele asimilate sunt transportate atât în sens acropetal, cât şi bazipetal. În perioada de înflorit, sensul de transport al asimilatelor se complică. Asimilatele produse de frunzele situate sub inflorescenţe sunt transportate parţial spre butuc şi parţial spre inflorescenţe. Frunzele situate deasupra inflorescenţelor produc asimilate care sunt transportate spre inflorescenţă şi spre meristemele apicale. După formarea strugurilor, aceştia devin principalii centri spre care sunt dirijate asimilatele şi doar 7–10 frunze situate în vârful lăstarilor aprovizionează cu asimilate mugurul apical.

În perioada de maturitate toate asimilatele sunt dirijate spre struguri, iar în perioada de senescenţă, transportul asimilatelor este dirijat spre butuc. O dată cu căderea frunzelor şi cu intrarea în repaus vegetativ, transportul asimilatelor prin coarde şi lăstari încetează.

Sensul de transport este determinat şi de producţia realizată. În cazul unei producţii mici, capacitatea de depozitare a glucidelor în bace este asigurată la maximum (până la 20–25 %), fapt ce determină depozitarea acestora în organele vegetative, realizându-se "maturarea lemnului". În condiţiile unei producţii mari, se constată intensificarea procesului de fotosinteză, ca urmare a creşterii "cererilor" de asimilate. Asimilatele produse sunt transportate prioritar spre bace şi numai excesul este depozitat în organele vegetative, ceea ce determină ca în numeroase cazuri să nu se producă "maturarea lemnului". Din aceste considerente este necesar să se asigure o încărcătură optimă de struguri, care să permită realizarea simultană a unei producţii de calitate şi a coacerii lemnului.

Weaver (1970) a constatat că zonele umbrite ale plantelor, porţiuni de coarde sau coarde întregi, cu sau fără struguri, pot deveni, alături de struguri, centre spre care este dirijat transportul asimilatelor.

Jaquinet şi Simon (1971) au constatat că există o corelaţie între ritmul de creştere şi direcţia de transport a asimilatelor, aşa după cum rezultă din *figura 5.1.*

Alături de acest transport considerat prioritar, există şi transportul către consumatorii secundari: ţesuturile din diferite organe ale plantelor. Acesta se realizează tot prin vasele liberiene, de unde sunt transportate spre celule, fie pe cale apoplasmică, fie pe cale simplasmică.

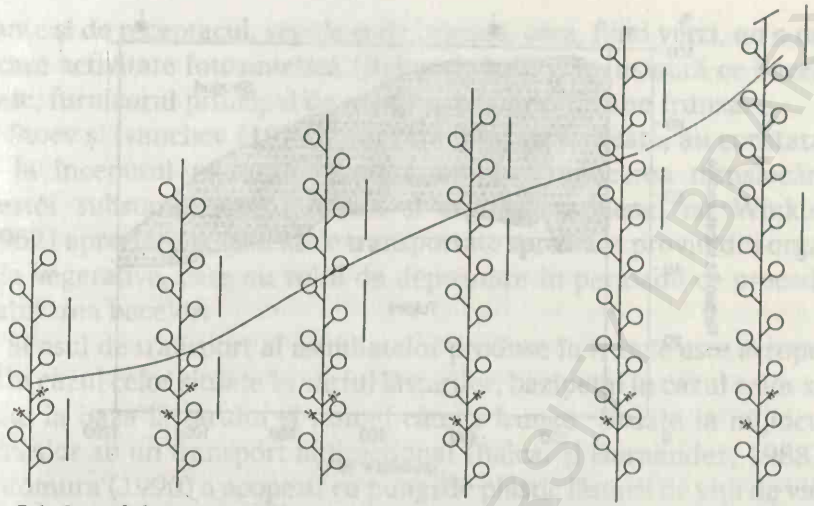


Fig. 5.1. Sensul de transport al asimilatelor din frunze, pe parcursul unei perioade de vegetaţie (Jaquinet şi Simion, 1971)

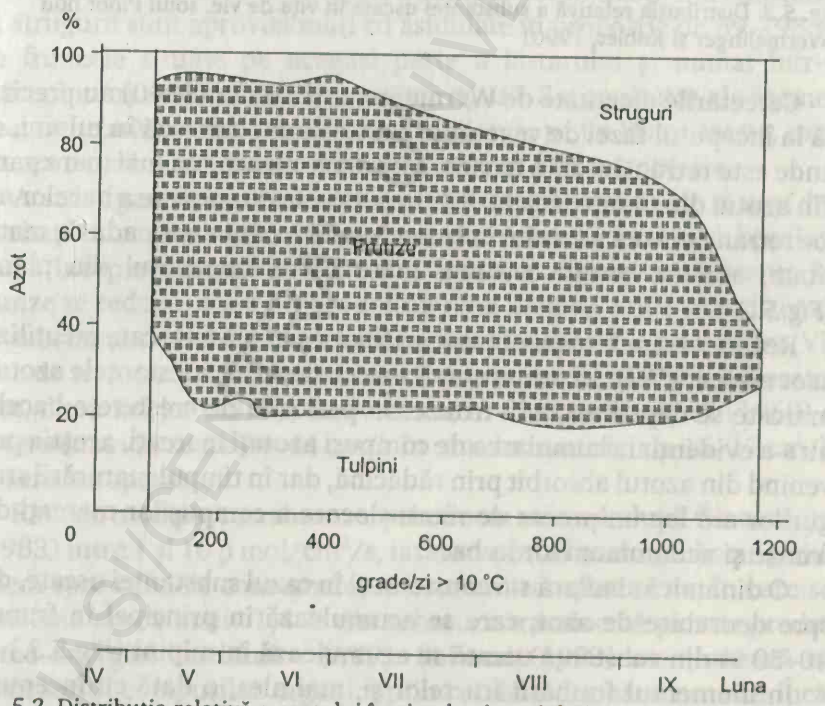


Fig. 5.2. Distribuţia relativă a azotului în viţa de vie, soiul Pinot noir (Wermelinger şi Koblet, 1990)

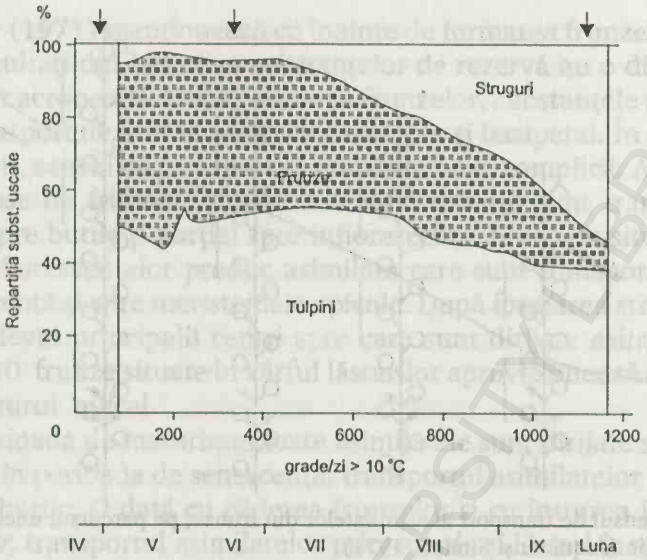


Fig. 5.3. Distribuţia relativă a substanţei uscate în viţa de vie, soiul Pinot noir (Wermelinger şi Koblet, 1990)

Cercetările efectuate de Wermelinger şi Koblet (1990) au precizat că la începutul fazei de vegetaţie, azotul se depozitează în tulpini, de unde este retranslocat în frunze, care acumulează cea mai mare parte din azotul din plante (cca 60 %). În perioada de creştere a bacelor are loc retranslocarea azotului în fructe, astfel încât în perioada de maturitate, acestea conţin cea mai mare parte din azotul din plantă (*Fig.5.2.*).

Rezultate similare au obţinut şi Dincev ş.a. (1964), care au utilizat azot marcat (^{15}N). În prima etapă s-a constatat că substanţele azotate marcate se depozitează în frunze. În perioada de creştere a bacelor nu s-a evidenţiat acumularea de compuşi azotaţi marcaţi, aceştia provenind din azotul absorbit prin rădăcină, dar în timpul maturării strugurilor are loc un proces de retranslocare a compuşilor marcaţi din frunze şi acumularea lor în bace.

O dinamică similară s-a constatat şi în cazul substanţei uscate, dar spre deosebire de azot, care se acumulează în principal în frunze, 40–50 % din substanţa uscată se acumulează în tulpini (*Fig.5.3.*).

În momentul formării fructelor şi, mai ales, o dată cu începutul maturării lor, se realizează o corelaţie trofică negativă faţă de procesul de creştere, transportul asimilatelor fiind dirijat mai ales spre fructe. Imediat după formarea lor, bacele sunt aprovizionate cu sub-

stanţe şi de receptacul, sepale şi de bractee, care, fiind verzi, au o oarecare activitate fotosintetică (Rebucci, 1993). Pe măsură ce bacele cresc, furnizorul principal de compuşi organici devine frunza.

Stoev şi Ivanchev (1977), utilizând glucide marcate, au constatat că la începutul maturării bacelor are loc reducerea translocării acestor substanţe spre rădăcini şi organele aeriene, iar Winkler (1962) apreciază că glucidele transportate spre bace provin din organele vegetative, care au rolul de depozitare în perioada ce precede maturarea bacelor.

Sensul de transport al asimilatelor produse în frunze este acropetal în cazul celor situate în vârful lăstarilor, bazipetal în cazul celor situate la baza lăstarului şi numai câteva frunze situate la mijlocul lăstarilor au un transport bidirecţional (Balcar şi Hernandez, 1988). Motomura (1990) a acoperit cu pungi de plastic lăstarii de viţă de vie, soiul Delaware, în care a introdus dioxid de carbon marcat ($^{14}CO_2$) şi a urmărit acumularea în struguri a compuşilor marcaţi. S-a constatat că strugurii sunt aprovizionaţi cu asimilate în proporţie de 69 – 98 % de frunzele situate pe aceeaşi parte a lăstarului şi numai într-o măsură mică de frunzele de pe partea opusă. S-a constatat, de asemenea, că pe măsură ce numărul ciorchinilor de pe un lăstar creşte, cantitatea de asimilate marcate translocate din frunze sporeşte.

Acizii organici sunt biosintetizaţi în frunzele viţei de vie şi sunt depozitaţi în aceste organe în perioada ce precede formarea bacelor. După începerea maturării bacelor, biosinteza acestor substanţe în frunze se reduce, acest proces continuând în bace, unde se utilizează ca substanţă de bază glucidele care sunt transportate prin floem. Viteza de transport a acizilor organici, respectiv viteza sevei elaborate, este, după Koblet (1976), de 30 cm/h, în timp ce Cianişvili (1960) a determinat viteze de 34–44 cm/h în sens bazipetal şi de 15–17 cm/h în sens acropetal.

Rata de transport a zaharozei prin floem variază, după Gianquinta (1983) între 1 şi 10 p mol/cm^2/s, iar transportul acestei substanţe din floem spre celulele consumatoare este un transport activ, în care se consumă aproximativ 1,4 % din zaharoza translocată pentru producerea energiei biochimice (ATP). Rebucci (1993) menţionează că transportul compuşilor organici prin celulele din bace nu este încă bine precizat, în literatura de specialitate existând trei ipoteze:

- Transportul activ al substanţelor organice prin membranele plasmatice, cu participarea pompei zaharoză – H^+.

- Zaharoza este transportată în simplast, în care este hidrolizată în prezenţa invertazei. Astfel se creează un gradient de concentraţie, care favorizează transportul prin citoplasmă şi plasmodesme prin difuziune. În celulele mezocarpului glucoza, fructoza şi zaharoza sunt transportate activ prin tonoplast, acumulându-se în vacuole. Datorită acestui fapt, glucidele solubile din citoplasmă au în permanenţă o concentraţie scăzută, ceea ce determină un flux permanent de difuziune dinspre vasele liberiene.
- Ruperea membranelor plasmatice din celulele pericarpului determină pierderea compartimentării apoplast–simplast şi generează un potenţial hidric foarte scăzut care favorizează transportul pasiv al compuşilor organici, printr-un proces de difuziune.

Viteza de transport a sevei elaborate poate fi modificată de tratamentele cu substanţe hormonale. Astfel, tratamentele cu acid giberelic (100 mg/l) au stimulat transportul asimilatelor marcate cu ^{14}C, după trei zile de la efectuarea tratamentului. Eficacitatea tratamentului a fost mai mare în primele faze de vegetaţie (Dzaguidze ş.a., 1986).

Înainte cu 3–4 săptămâni de la căderea frunzelor, glucidele complexe şi proteinele din frunze sunt hidrolizate (Oland, 1963) şi mai mult de 40 % din acestea sunt translocate spre organele perene.

O dată cu căderea frunzelor, circulaţia sevei elaborate scade ca intensitate , pentru ca în final să se oprească, orificiile din plăcile ciuruite ale vaselor liberiene fiind obturate cu caloză (1,4-β-glucan), iar plasmodesmele se întrerup în timpul repausului vegetativ.

În ultimul timp se acceptă din ce în ce mai mult ideea existenţei unei circulaţii a substanţelor prin plante şi în perioada de iarnă, cercetările viitoare urmând să confirme sau să infirme această ipoteză.

BCU IASI

Capitolul 6
Fiziologia dezvoltării la viţa de vie

Capacitatea de înflorire a viţei de vie se realizează numai după parcurgerea unei faze de tinereţe, care poate să dureze între 2 şi 6 ani, în funcţie de genotip şi vigurozitatea viţelor.

După parcurgerea fazei de tinereţe, meristemul vegetativ realizează capacitatea de a se transforma în meristem floral, sub acţiunea factorilor ambianţi inductivi, care modifică expresia genelor. Parcurgerea etapelor de inducţie florală, evocare florală şi diferenţiere, înflorire, polenizare, fecundare şi de formare a fructelor, se realizează pe parcursul a doi ani. Numai în condiţii excepţionale de temperatură, luminozitate, nutriţie optimă, decapitarea mugurului apical etc. permite înflorirea mugurilor formaţi în acelaşi an.

Primăvara, din mugurul principal al complexului mugural de iarnă se formează un lăstăr, pe care se formează frunze şi cârcei (*Fig. 6.1.*), iar la subsuoara frunzelor ia naştere complexul mugural de vară, alcătuit dintr-un mugur de copil, însoţit de un alt mugur mai puţin evoluat, care vor alcătui ochiul de iarnă.

Lateral faţă de mugurul principal al viitorului ochi de iarnă se formează doi muguri secundari, iar pe axul acestora, muguri terţiari. În urma acţiunii factorilor inductivi, din meristemul de aşteptare a mugurilor primari, se formează primordii florale.

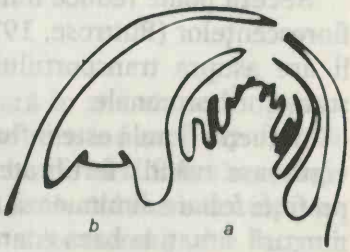


Fig. 6.1. Mugur secundar (*a*) şi mugur principal (*b*) al viitorului complex mugural de iarnă

6.1. Inducţia florală

Inducţia florală este declanşată de factorii mediului: fotoperioada şi radiaţiile solare care sunt recepţionate de frunze şi temperatura care acţionează asupra meristemului vegetativ. Sub acţiunea acestor factori se formează un mesager chimic complex care determină expresia genelor vernalizării şi a fotoperiodismului din meristemul vegetativ, identificate la numeroase plante (porumb, grâu etc.).

Durata fotoperioadei nu reprezintă pentru cele mai multe soiuri un factor inductiv, dar numărul florilor din inflorescenţe poate fi mai mare, în cazul unor soiuri expuse la fotoperioade lungi (Buttrose, 1974). Pe de altă parte, Calo, Costacurta şi Cancelier (1979) consideră că inducţia florală este determinată de intensitatea luminii şi poate fi influenţată de temperatură, precipitaţii şi de nutriţie. Temperaturile coborâte, precipitaţiile excesive şi nutriţia deficitară determină o diferenţiere necorespunzătoare a mugurilor florali. Factorii inductivi acţionează simultan, fiecare putând modifica valoarea de prag pentru altul.

Buttrose (1965) a precizat că **intensitatea luminoasă** este factorul principal care determină inducţia florală la soiul Sultanina cultivat în Australia. Acest factor se pare că nu prezintă importanţă pentru soiurile europene. În condiţiile din Europa se consideră că factorul prioritar îl reprezintă **temperatura**. Astfel, Buttrose (1969) menţionează că temperatura de 15 °C nu declanşează inducţia florală la soiurile Riesling şi Syrah, iar temperatura de 20 °C pentru soiurile Sultanina şi Ohanez, dar acest proces prezintă un optimum la 30–35 °C.

Seceta poate reduce numărul primordiilor florale şi mărimea inflorescenţelor (Buttrose, 1974), în mod indirect, prin efectul pe care îl are asupra transportului substanţelor fotosintetizate şi a substanţelor hormonale.

Inducţia florală este influenţată şi de **vigoarea plantelor**, soiurile viguroase având o fertilitate mai mare (Huglin, 1958). Reducerea suprafeţei foliare diminuează fertilitatea mugurilor în anul următor, iar mugurii situaţi la baza coardelor sunt, în general, nefertili.

Inducţia florală are loc, după Kliewer (1984), în prima săptămână după formarea primului nod în mugurul vegetativ. Palma şi Jackson (1981) au constatat o corelaţie între temperatură şi inducţia florală, în faza când în mugur au fost vizibile trei noduri. După Possingham (1992), inducţia florală are loc cu 4–8 săptămâni înainte de dezmu-

gurit, iar Gil ş.a. (1982) au constatat că primordiile inflorescenţelor apar când mugurul are aproximativ 10 frunzuliţe.

Legăturile dintre organele receptoare ale factorilor inductivi (ex., frunze în cazul luminii) şi meristemul vegetativ se face prin transmiterea unor semnale care, de obicei, sunt de natură chimică. Astfel, transportul zaharozei din frunze spre meristemul vegetativ precede diviziunea celulară, iar transportul spre rădăcini poate constitui un semnal specific pentru deplasarea citochininelor (zeatin ribozid şi izopenteniladenin ribozid) spre frunze şi meristeme. Transportul poliaminelor spre meristemele vegetative are un efect sinergic cu al citochininelor asupra diviziunii celulare. În acelaşi timp, auxinele din meristemele mugurale scad cantitativ, ceea ce conduce la diminuarea raportului auxine/citochinine, care devine inductiv. Un rol similar în declanşarea inducţiei florale au şi giberelinele, al căror nivel creşte în condiţiile unor fotoperioade specifice. Mesagerul chimic conţine şi ioni de calciu.

Factorii inductivi determină expresia genelor înfloritului, al căror număr nu a fost încă precizat, procesul fiind coordonat multigen. Aceste gene sunt situate în meristemele mugurale, iar expresia lor se manifestă etapizat şi este perfect coordonată genetic. La unele specii anuale (ex., *Arabidopsis, Petunia* etc.) au fost puse în evidenţă genele care menţin identitatea meristemului vegetativ şi care sunt represate în timpul inducţiei florale şi genele identităţii meristemului floral a căror expresie este pusă în evidenţă în această perioadă. În continuare are loc expresia etapizată a genelor care codifică formarea primordiilor sepalelor, a petalelor, staminelor, pistilului şi, în final, a ovulelor.

6.2. Evocarea florală

Evoluţia mugurilor florali se desfăşoară în trei etape. În prima etapă, în urma acţiunii factorilor inductivi, are loc evocarea florală (Mazliak, 1982), care constă într-un complex de modificări biochimice, fiziologice şi ultrastructurale, ce au loc la nivelul meristemului vegetativ. Modificarea expresiei genelor determinată de factorii inductivi se manifestă prin formarea unui ARNm specific şi prin biosinteza unor proteine specifice care stau la baza transformării meristemului vegetativ în meristem floral.

Bodson (1975) a constatat că în această perioadă se intensifică ritmul diviziunilor celulare. Bernier ş.a. (1985) au observat creşterea

volumului celulelor, al citoplasmei şi al nucleelor, iar Jacquard ş.a. (1976) au constatat creşterea volumului vacuolei. De asemenea, s-a observat acumularea amidonului în toate zonele meristemului (Bodson, 1975). Procesul de respiraţie se intensifică în urma sporirii cerinţelor energetice, creşte permeabilitatea membranelor plasmatice, se acumulează acid abscisic şi vitamine din grupa B.

În acest proces un rol important îl au hormonii. Giberelinele sunt necesare pentru iniţierea primordiilor nediferenţiate, în etapa timpurie de formare a florilor. Ulterior au un rol inhibitor asupra înfloririi, determinând formarea cârceilor, în locul inflorescenţelor.

Citochininele îşi manifestă acţiunea în direcţia transportului asimilatelor spre situsurile de aplicare a acestui hormon. Ca urmare, acumularea în mugurii florali a acestui hormon asigură aprovizionarea corespunzătoare cu substanţe nutritive. În acelaşi timp, contribuie la procesul de inducţie florală şi de înflorire. Skene (1970) menţionează că citochininele pot induce formarea inflorescenţelor din primordiile nediferenţiate şi din cârceii tineri.

În această primă etapă de formare a mugurilor florali, pe suprafaţa meristemului mugural iau naştere primordii nediferenţiate.

Swanepoel şi Archer (1988) au urmărit dezvoltarea ontogenetică a mugurilor din soiul Chenin blanc. În partea laterală a conului de creştere se formează mici umflături care reprezintă primordiul foliar prevăzut lateral cu două primordii ale stipelelor (*Fig. 6.2.*). În continuare se observă separarea primordiului apexului, înainte cu 12–15 zile de înflorit, când pe lăstari se aflau 12 frunze. Din acest meristem se formează inflorescenţe, în cazul în care a avut loc inducţia florală. Într-un mugur principal se pot forma 1–3 primordii ale inflorescenţelor.

Celulele meristemului încep să se dividă şi după 14 zile se formează mai multe primordii ale ramificaţiilor rahisului, iar în vârful fiecărei ramificaţii se află ţesut meristematic din care se vor diferenţia **primordiile florale.**

Rezultate similare au obţinut şi Srinivasan şi Mullins (1976), care au codificat dezvoltarea mugurilor florali în 11 etape.

Mugurii care alcătuiesc complexul mugural de iarnă sunt micşti, conţin un primordiu de lăstar, primordii de frunze şi de inflorescenţe (Pratt, 1974). Diferenţierea are loc mai întâi în mugurul principal al complexului de iarnă şi la scurt timp are loc şi în mugurii secundari, iar numărul primordiilor de inflorescenţe care se formează variază în

funcţie de soi, poziţia mugurului pe coardă, originea coardei, vigoarea plantei, încărcătura de struguri, condiţiile agropedoclimatice etc.

Skipina (1976) a constatat că iniţierea primordiilor începe la mijlocul lăstarilor de unde se extinde spre extremităţi. Intervalul de timp pentru iniţierea primordiului nediferenţiat la mugurul de la nodul următor este de 2 zile (Swunepoel şi Archer, 1988).

După Srinivasan şi Mullins (1981), formarea florilor se realizează în trei etape:

- etapa 1 cuprinde fazele 0–3 şi se încheie cu formarea primordiului bracteei pe flancul dorsal al primordiului;
- etapa a 2-a cuprinde fazele 4–7, în care se formează primordiile inflorescenţelor;
- etapa a 3-a cuprinde fazele 8–11 în care se formează primordiile florale.

Logothetis (1971) a constatat că în condiţiile pedoclimatice din Grecia, diferenţierea mugurilor începe în săptămâna a 2-a a lunii mai, când lăstarii au atins lungimea de 30–50 cm.

În cazul soiului Muscat de Hamburg, diferenţierea începe între 10 şi 20 mai, când lăstarii au lungimea mai mare de 40 cm. Pentru soiul Razachie, acest proces a început în 19–21 mai, când lăstarii au avut 80–100 cm, iar pentru soiul Sultanina, a avut loc între 24–26 mai, când lungimea lăstarilor a atins 80–100 cm.

Diferenţierea primei inflorescenţe are loc în timp de 10–12 zile pentru soiul Razachie, 20 zile pentru soiul Corinth negru şi 30–42 zile pentru soiul Sultanină albă.

Cea de a doua inflorescenţă se diferenţiază mai târziu cu 6–14 zile pentru soiul Razachie, 10–14 zile pentru Cardinal, 8–20 zile pentru soiul Muscat de Hamburg şi 42 zile pentru soiul Sultanină albă.

În ceea ce priveşte fertilitatea medie a mugurilor latenţi, aceasta este următoarea: 1,97 inflorescenţe pentru un mugur la soiul Corinth negru, 1,74, pentru Cardinal, 1,69 pentru Muscat de Hamburg, 1,10 pentru Razachie şi 0,89 pentru Sultanină albă (Logothetis, 1971).

Se remarcă faptul că procesul de diferenţiere începe puţin înainte de înflorit şi continuă pe tot parcursul verii. Referitor la momentul final al diferenţierii inflorescenţelor, opiniile sunt diferite. Miloslavljeviec şi Pemovski (1971) consideră că procesul de diferenţiere continuă pe tot parcursul perioadei de repaus vegetativ. În prezent însă sunt tot mai numeroase opiniile care consideră că formarea şi diferenţierea inflorescenţelor se întrerupe la sfârşitul perioadei de vegetaţie şi se reia în luna ianuarie.

Viteza de formare şi de diferenţiere a primordiilor este dependentă de precocitatea şi vigoarea soiului şi de condiţiile agropedoclimatice.

Meristemele florale se evidenţiază în etapa a 3-a de formare a florilor şi are loc primăvara, după 10–15 zile de la apariţia inflorescenţelor. Swanepoel şi Archer (1988) au observat că la capătul fiecărei ramificaţii a primordiului inflorescenţelor se formează 5–6 primordii florale, care se găsesc în faze diferite de evoluţie. Formarea sepalelor are loc înainte de înflorirea viţei de vie, sub forma unui ţesut ce înveleşte toate primordiile florale *(Fig. 6.2.)*. La interior se diferenţiază corola alcătuită din 5 lobi şi staminele care sunt acoperite de corolă. La 20 de zile înainte de înflorit, organele florale sunt complet formate *(Fig.6.3.)*.

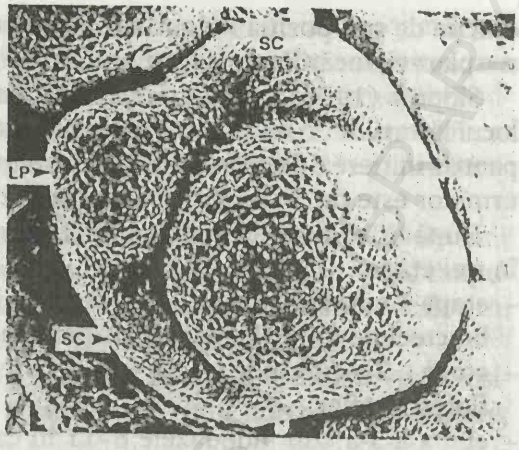


Fig. 6.2. Formarea primordiului foliar şi al stipelelor (Swanepoel şi Archer, 1988)

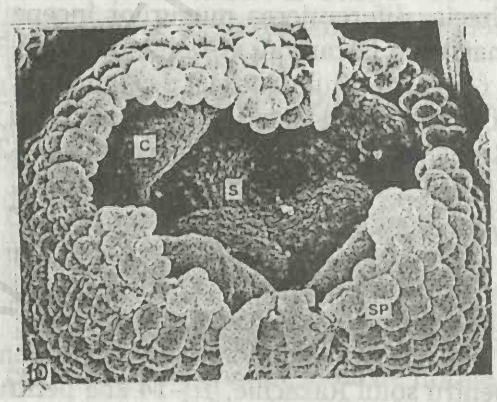


Fig. 6.3. Diferenţierea organelor florale: SP–sepale; C–corolă; S–stamine (Swanepoel şi Archer, 1988)

După Alleveldt şi Ilter (1969), primordiile caliciului apar în anul precedent, la sfârşitul verii, iar Agaoglu (1971) consideră că diferenţierea completă a florilor se realizează numai după umflarea mugurilor.

În primordiile anterelor se formează prin diviziune celulele iniţiale ale sacilor polinici şi celula sporogenă, care prin diviziune formează celulele-mamă ale grăunciorilor de polen. În timpul microsporogenezei, fiecare celulă-mamă diploidă dă naştere prin meioză la o tetradă de microspori din care se formează grăunciorii de polen bicelulari, care conţin o celulă vegetativă şi una generativă. Acest proces

se încheie cu 10–20 de zile înainte de înflorirea deplină (Dvornic, 1960). Concomitent, în loja ovariană se individualizează primordiile ovulelor.

Ovarul este superior şi conţine 4 ovule fixate de placentă prin funicul. Fiecare ovul conţine o nucelă diploidă. Una din celulele nucelei dă naştere celulei iniţiale a sacului embrionar care prin meioză formează patru macrospori, din care trei degenerează. Prin diviziuni succesive macrosporul formează sacul embrionar cu 7 celule: oosfera şi 2 sinergide la polul micropilar, 3 antipode la polul chalazal, iar în centru, celula secundară (diploidă), al cărui nucleu rezultă din unirea a două nuclee haploide.

Diferenţierea organelor florale este influenţată de numeroşi factori.

Particularităţile genetice determină deosebiri de la soi la soi, în ceea ce priveşte declanşarea şi ritmul de diferenţiere a mugurilor. Soiurile la care diferenţierea începe la înflorit au o perioadă mai lungă în care se realizează acest proces.

Cantitatea asimilatelor, care este corelată cu suprafaţa foliară şi intensitatea acestui proces, poate să influenţeze în sens pozitiv sau negativ diferenţierea mugurilor florali.

Creşterile vegetative intense au un efect negativ asupra diferenţierii mugurilor florali. Ca urmare, toţi factorii tehnologici care stimulează creşterile vegetative au efecte negative asupra acestui proces.

Temperatura este unul din principalii factori care stimulează formarea primordiilor ciorchinilor, în perioada iunie–iulie, când mugurii se află în ultimele etape ale formării primordiilor inflorescenţelor (Baldwin, 1964). Buttrose (1969) a precizat că sunt suficiente 4 ore pe zi cu temperaturi de 30 °C, pentru ca la soiul Muscat de Alexandria să se formeze maximum de inflorescenţe. Acelaşi autor a precizat că valoarea temperaturii optime variază în funcţie de soi. Astfel, formarea inflorescenţelor la soiul Riesling are loc la temperaturi mai mici de 20 °C, în timp ce soiul Muscat de Hamburg necesită pentru acest proces temperaturi de 25 °C. În cazul soiului Shiraz, numărul primordiilor diferenţiate a fost mai mare la temperatura de 33 °C ziua şi 28 °C noaptea, comparativ cu temperaturile mai coborâte (Srinivasan şi Mullins, 1981).

Lumina acţionează independent de temperatură. Pentru o bună fructificare se apreciază că sunt necesare în medie 10 ore de lumină pe zi, în perioada de formare a inflorescenţelor la soiul Thompson Se-

edless (Mullins ş.a., 1994). Umbrirea reduce numărul de muguri florali care se formează.

Stresul hidric din perioada de formare a primordiilor florale reprezintă un factor negativ, care reduce numărul de inflorescenţe ce se formează la viţa de vie (Alleweldt şi Hofacker, 1975). Acest efect se datoreşte atât diminuării conţinutului de apă din plantă, cât şi a intensităţii procesului de fotosinteză.

Nutriţia minerală reprezintă un alt factor important, cu efecte asupra formării inflorescenţelor. Azotul stimulează formarea primordiilor inflorescenţelor (Alleweldt, 1964), iar aprovizionarea corespunzătoare a plantelor cu fosfor şi potasiu stimulează formarea mugurilor fructiferi.

6.3. Înflorirea

Dezmuguritul este etapa premergătoare înfloritului şi este marcată de deschiderea mugurului principal. Observaţiile efectuate de Constantinescu ş.a. (1956), la 75 de soiuri de viţă de vie, au dovedit că decalajul dintre dezmugurit**ul** acestor soiuri variază între 4 şi 7 zile. Condiţiile climatice pot însă determina un decalaj de 17 până la 23 de zile.

Mugurii situaţi la partea superioară a coardelor dezmuguresc mai repede decât cei situaţi la baza acestora, datorită polarităţii.

Dezmugurit**ul** poate fi stimulat de aplicarea de tratamente foliare cu thiuree şi monoclorhidrină de glicol (Pouget, 1961) şi poate fi inhibat de tratamentele cu hidrazidă maleică, acid giberelic, acid α-naftil acetic etc.

Momentul înfloritului este indicat de căderea corolei. Petalele se desprind de la bază, se separă şi se curbează în sus, "eliberând" staminele *(Fig. 6.4.)*.

Momentul înfloritului poate fi determinat şi pe baza numărului de frunze formate pe lăstar şi în funcţie de suma gradelor de temperatură utilă. Majoritatea soiurilor de viţă de vie înfloresc când pe lăstar se formează minimum 17–18 frunze şi maximum 20–21 frunze.

Durata perioadei de înflorire variază în cazul a 92 soiuri între 5 şi 12 zile (Lagothetis, 1971), în funcţie de condiţiile meteorologice.

Maximumul de deschidere a florilor a fost determinat în ziua a 3-a, când 36,8 % din flori au fost deschise (Lepădatu şi Basamac, 1957), după care înfloritul a decurs lent.

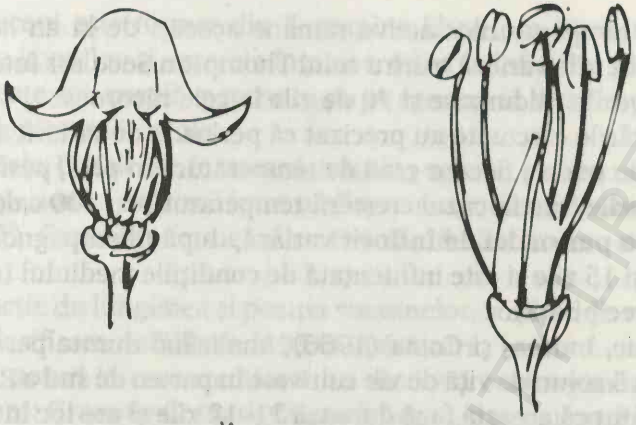


Fig. 6.4. Înflorirea la soiul Concord

Pe parcursul unei zile se observă două maximumuri de deschidere a florilor: între orele 6 şi 10 şi între 14 şi 17.

Perioada de înflorire este controlată genetic şi este influenţată de condiţiile mediului înconjurător. Principalul factor determinant îl reprezintă temperatura, care influenţează ritmul de înflorire. Astfel, declanşarea înfloritului are loc la temperatura de 15–17 °C, la 20–25 °C deschiderea florilor este rapidă, la 24–27 °C se realizează limitele optime, ca la temperaturi peste 30 °C, ritmul de deschidere al florilor să scadă.

După Buttrose şi Hale (1973), durata medie a perioadei dintre dezmugurit şi înflorire, la soiurile: Syrah, Riesling, Crouchen şi Cabernet Sauvignon, variază în funcţie de fluctuaţiile temperaturii zi/noapte, în modul următor:

14 /9 °C	70 zile
20/15 °C	35 zile
26/21 °C	22 zile
32/27 °C	20 zile
38/33 °C	19 zile

Înfloritul se realizează după acumularea unei sume a temperaturilor active (peste 10 °C) de 350 °C, pe o perioadă de cel puţin 20 de zile (Buttrose şi Hale, 1973).

Zanoschi şi Toma (1985) menţionează că pentru declanşarea înfloritului este necesară o sumă a temperaturilor active de 300 °C pentru soiurile cu înflorire timpurie, 350 °C pentru cele cu înflorire mijlocie şi 380 °C pentru cele cu înflorire tardivă.

Suma temperaturilor active rămâne aceeaşi de la an la an, dar numărul de zile variază pentru soiul Thompson Seedless între 47 zile în primăverile călduroase şi 70 de zile în cele răcoroase.

Cercetările efectuate au precizat că perioada de înflorit se reduce cu 4–7 zile pentru fiecare grad de temperatură în plus, peste temperatura medie, sau în cazul creşterii temperaturii cu 100 calorii.

Durata perioadei de înflorit variază, după Champagnol (1994), între 10 şi 15 zile şi este influenţată de condiţiile mediului (temperatură şi precipitaţii).

Dvornic, Indreaş şi Cotea (1966), analizând durata perioadei de înflorit la 5 soiuri de viţă de vie cultivate în partea de sud a României, au constatat că această fază durează 11–12 zile şi are loc în perioada 2–12 iunie. Cel mai mare număr de flori s-a deschis în ziua a 2-a şi a 3-a, pentru ca în ziua a 5-a procentul de înflorire să varieze între 41,14 % la soiul Cardinal şi 68,3 % la soiul Regina viilor.

Soiurile Afuz Ali şi Ponce sunt sensibile la temperaturi coborâte şi ca urmare temperaturile de 15–18 °C sunt insuficiente pentru înflorire.

Inflorescenţele continuă să crească şi după înflorit. Rahisul se formează în continuarea pedunculului, iar pe el se formează ramificaţii de ordinul I, II, III etc. La capătul ramificaţiilor se găsesc acini formaţi din 2 până la 30 de flori.

În cazul soiului Concord, numărul inflorescenţelor care se formează pe un lăstar este de 2–7, iar într-o inflorescenţă se află în medie 100 de flori (2–150), durata perioadei de la umflarea mugurilor şi până la înflorit fiind de 5–7 săptămâni.

Creşterea florilor se realizează pe baza utilizării şi redistribuirii substanţelor de rezervă din rădăcină şi butuc, respectiv glucide solubile şi amidon. Aceste substanţe s-au acumulat în sezonul precedent, când fotosinteza brută este mai mare decât consumul pentru creştere şi depozitarea în fructe (Shaulis şi Pratt, 1965).

Florile de viţă de vie sunt mici, actinomorfe, hermafrodite şi pentamere.

Pedicelul subţire şi verde are lungimea de 2–4 mm, iar la capăt se află receptaculul pe care sunt fixate componentele florale dispuse în verticile. Caliciul este alcătuit din 5 sepale verzi, foarte reduse ca dimensiuni, iar corola din 5 petale verzui, concrescute la vârf. În timpul înfloritului petalele se desprind de receptacul, iar corola este îndepărtată de staminele în creştere, sub forma unui capişon.

Androceul este format din 5 stamine libere, cu filamentele mai îngroşate la mijloc şi anterele întoarse. Până la înflorire, filamentele stau curbate sub corolă, pentru ca după aceasta să se îndrepte, astfel încât îndepărtează corola.

Organele florale se formează treptat: sepale, petale, stamine şi pistil, în perioada cuprinsă între umflarea mugurilor şi înflorit (Agaoglu, 1971). Ovarul se formează cu 5–6 săptămâni înainte de înflorire.

În funcţie de lungimea şi poziţia staminelor, soiurile de viţă de vie au fost clasificate de Billeau (1937) în 6 tipuri:

- tipul I, soiuri la care staminele au de două ori lungimea stilului, cum sunt: Grasa de Cotnari, Chasselas doré, Sauvignon, Pinot noir, Coarnă albă, Chasselas violet, Gordan etc.;
- tipul II, soiuri la care lungimea staminelor este egală cu 11/4 – 1/2 din lungimea stilului: Traminer alb, Perla de Csaba, Pinot gris, Riesling, Cabernet Sauvignon, Muscat de Hamburg, Aligote etc.;
- tipul III, soiuri la care lungimea staminelor este egală cu cea a stigmatului: Ţâţa caprei, Cinsaut, Alphonse Lavallée;
- tipul IV, soiuri cu stamine recurbate: Bicane, Crâmpoşie, Muscat Ottonel, Muscat de Alexandria;
- tipul V, soiuri cu stamine mult recurbate: Asma, Diamant, Traube;
- tipul VI, soiuri cu stamine normale, dar cu pistilul atrofiat: Rupestris du Lot, Teleki 8 etc.

Florile de viţă de vie au gineceul bicarpelar şi sincarp. Ovarul alcătuit din două loje, conţine 4 ovule. Stilul poate fi scurt, lung sau poate chiar să lipsească, în funcţie de tipul de polenizare a florii. Stigmatul este capitat sau format din doi lobi.

La interiorul sepalelor şi între stamine şi pistil se află câte 5 glande nectarifere.

Polenizarea este încă o problemă discutată. Se admite că primar polenizarea a putut fi făcută de vânt, dar modificările adaptative care au apărut determină ca în prezent modul de efectuare al acestui proces să varieze în funcţie de soi.

Florile hermafrodite normale se autopolenizează aşa cum sunt la soiurile: Fetească albă, Fetească neagră, Băbească neagră, Grasa de Cotnari;

Florile morfologic hermafrodite, dar funcţional femele, sunt polenizate cu polen de la alte soiuri: Coarnă albă, Coarnă neagră, Ceauş alb, Ceauş roz, Ţâţa vacii, Bicane;

Florile unisexuat femele au numai gineceu, aşa cum este un biotip al spurului Galbenă de Odobeşti.

Explicarea sterilităţii a fost făcută pe baza unor modele genetice.

- Ipoteza Valleau-Levadoux postulează existenţa a trei allele M, H şi F, care au dominanţa în ordine descrescândă. Allelele M induc formarea androceului, F – a gineceului şi allelele H induc formarea florilor hermafrodite.
- Ipoteza lui Oberle postulează existenţa următoarelor allele:

– s_p, allelă dominantă care coordonează o etapă a formării polenului şi s_p, recesivă, inaptă pentru a asigura acest proces;
– s_o, allelă dominantă care inhibă o etapă a formării ovulelor şi s_o, recesivă, inaptă pentru a asigura acest proces.

- Carbonneu (1983) propune un model simplu în care acţionează 4 allele:

– M, allelă ce asigură androfertilitatea şi ginosterilitatea.
– H, allelă ce asigură andro- şi ginofertilitatea.
– Fm, prima allelă care asigură androsterilitatea şi ginofertilitatea.
– Fh, a doua allelă care asigură androsterilitatea şi ginofertilitatea.

Okamoto ş.a. (1995) au constatat că sterilitatea soiului tetraploid Pione este determinată de blocarea creşterii tuburilor polinice la baza stilului de către două substanţe inhibitoare PGI-1 şi PGI-3 care sunt glicozizi ai quercetinei.

Polenul viţei de vie are forme şi mărimi diferite, în funcţie de soi. După Raytchev ş.a. (1994), polenul are formă eliptică sau sferoidală, exina puţin reliefată şi este prevăzută cu perforaţiuni. Lombardo ş.a. (1976) au constatat că polenul de la soiul Picolit gialo are pereţii continui, fără pori germinativi, ceea ce constituie un impediment pentru germinare.

Grăuncioarele de polen din 66 soiuri şi hibrizi de viţă de vie, măsuraţi de Pandeliev şi Roytchev (1996), au avut valoarea medie a axei polere de 23,48 μm şi cea a axei ecuatoriale de 15,37 μm.

Polenul ajuns pe stigmatul florilor găseşte un lichid bogat în gluci-de, care stimulează germinarea. Stigmatul rămâne viabil pentru a primi polenul de la 7 până la 14 zile după deschiderea florilor.

Polenul absoarbe apa de pe stigmat hidratându-se, ceea ce determină germinarea acestuia. Intina formează tubul polinic care străbate exina printr-un por şi pătrunde printre celulele stilului, stigmatului şi ovarului cu ajutorul enzimelor secretate de polen. Creşterea tubului polinic este stimulată de conţinutul ridicat de auxină al stilului şi de gibereline din stil şi ovar. Alungirea acestuia se reali-

zează cu participarea complexului Golgi, în care se sintetizează compuşii ce intră în alcătuirea tubului polinic, şi a veziculelor golgiene, care transportă aceste substanţe spre vârful tubului polinic.

Timpul în care tubul polinic străbate stilul variază în funcţie de soi şi temperatură. În cazul soiului Concord, tubul polinic poate străbate stilul în 3 ore, la temperatura de 16–27 °C, iar la soiurile Pinot gris şi Gardin, tubul polinic poate ajunge la sacul embrionar în 15 min. (Petria, 1968). Rajasekaran şi Mullins (1985) au apreciat că tubul polinic poate ajunge la micropilul sacului embrionar în 12 ore de la polenizare, iar fecundarea are loc în general în 2–3 zile după polenizare.

Temperatura optimă pentru germinarea polenului variază, după Winkler (1962), între 26 şi 32 °C, iar după Mullins ş.a. (1994), optimul termic este de 27 °C ziua şi 22 °C noaptea.

Ajunse în sacul embrionar, cele două spermatii rezultate din celula generativă fecundează oosfera şi nucleul secundar al sacului embrionar, în urma acestui proces rezultând fructul (bacă), care conţine 1–4 seminţe.

În general, fecundarea la viţa de vie este dublă, dar se pot întâlni şi alte tipuri de fecundare:

- apogamia, în care o celulă vegetativă a ovulului se transformă în embrion;
- poliembrionia, mai rară la viţa de vie, se caracterizează prin faptul că în fiecare sămânţă se formează doi embrioni;
- partenospermia, caracterizată prin formarea după fecundare a unor seminţe rudimentare, seci;
- partenocarpia se caracterizează prin creşterea tubului polinic al polenului steril sub influenţa hormonilor, creşterea ovarului şi formarea de fructe fără seminţe, în lipsa fecundaţiei;
- meierea se datoreşte lipsei fecundării şi se produce în condiţii de mediu nefavorabile sau în absenţa soiului polenizator. În aceste condiţii nu se mai formează bacele.

Procentul de germinare a polenului, determinat de Logothetis (1971) la 30 de soiuri, variază în următoarele limite:

Sultanină albă 73,4 – 83,0 %

Corinth negru şi Cinsaut 50,9 – 61,6 %

Muscat de Hamburg, Muscat de Alexandria şi Razachie 42,3–44,3 %

Regina viilor 28,5 – 36,7 %.

Procentul de legare a florilor este influenţat de factorii mediului. Ebadi ş.a. (1995) au constatat că temperatura coborâtă (12/9 °C) din perioada ce precede înflorirea şi din etapa timpurie de înflorire determină reducerea procentului de fructe legate cu 1/3 şi cel al numărului de bace de pe un ciorchine cu 1/5, la viţa de vie soiul Chardonnay.

Nuno (1992) a redus timp de 5 zile intensitatea radiaţiilor fotosintetic active în perioada dinainte de înflorit, la 200 $\mu Es/m^2/s$ şi a constatat o scădere foarte evidentă a procentului de legare. Expunerea acestor plante de viţă de vie la intensitate luminoasă normală timp de 5 zile a anulat efectul intensităţii luminoase scăzute asupra procesului de legare.

Înainte de înflorit au loc căderi foarte reduse ale bobocilor florali. În prima săptămână după înflorit nu se observă flori căzute, dar după 2 – 21 zile de la înflorit, cca 10 până la 50 % din flori sau din bace pot să cadă. Soiurile mai puţin fertile pot să aibă un procent de cădere a florilor variind între 20 şi 60 % (Huglin şi Balthazard, 1975). Cele mai mari pierderi se constată după înflorit, când are loc scuturarea ovarelor nefecundate.

Prat (1963) a constatat că abscisia florilor este influenţată de numărul de ovule fecundate şi sunt necesare cel puţin două seminţe pentru a împiedica căderea bacelor şi deci formarea zonei de abscisie.

Zona de abscisie este constituită din maximum 5 straturi de celule în care are loc o intensă activitate enzimatică, în special a poligalacturonazei şi a celulazei. Sinteza acestor enzime este codificată genetic, iar expresia genelor este determinată de prezenţa etilenei şi a acidului abscisic.

Biodegradarea substanţelor pectice care alcătuiesc lamela mediană dintre celule şi a celulozei din pereţii celulelor din zona de abscisie conduce la desprinderea celulelor una de alta. Florile sau bacele rămân prinse de plantă doar prin fasciculele vasculare, care se rup sub acţiunea vântului.

Abscisia este stimulată de condiţiile climatice nefavorabile din timpul înfloritului, de capacitatea redusă de germinare a polenului, de creşterea vegetativă puternică sau de un dezechilibru mineral.

Besis şi Fournioux (1922) au constatat că în cazul soiului Pinot noir, abscisia florilor are loc la câteva zile după înflorit, iar zona de separare se găseşte la baza pedunculului floral. Zona de abscisie este activată de etilenă, iar răspunsul nu este dependent numai de concentraţia etilenei, ci şi de faza în care se află celulele din această zonă,

datorită faptului că reacţia de răspuns este normală doar timp de câteva zile.

Perioada cuprinsă între înflorit şi legare este în medie de 14,4 zile şi variază în funcţie de temperatură (Calo, Costacurta şi Cancelier, 1979). Cu cât înflorirea este mai timpurie, cu atât această perioadă se prelungeşte mai mult şi legarea are loc mai târziu.

Conţinutul în auxine şi gibereline din organele reproducătoare creşte cantitativ până la înflorit, după care se menţine la un nivel scăzut (Dzaguidze şi Chanisbivili, 1985).

Aplicarea stropirilor foliare cu CCC, în concentraţie de 0,08 %, cu 10–15 zile înainte de înflorit, determină reducerea creşterilor vegetative, redistribuirea asimilatelor spre muguri, reducerea numărului de flori căzute, sporirea numărului de flori legate şi în consecinţă a producţiei.

Aplicarea de tratamente foliare cu auxină stimulează formarea fructelor partenocarpice, tratamentele cu gibereline stimulează legarea la soiurile cu flori funcţional femele, iar citochininele stimulează formarea inflorescenţelor şi legarea fructelor, atât la soiurile apirene, cât şi la cele cu seminţe.

Palma şi Jackson (1989) au constatat că tratamentele cu auxină, efectuate la soiul Riesling, înainte cu trei săptămâni de umflarea mugurilor, induce formarea mai multor primordii foliare, cârcei şi inflorescenţe, iar rata plastocronului creşte. Acidul abscisic şi benzilamino-purina au redus numărul primordiilor de cârcei, inflorescenţe şi frunze, dar mai puţin comparativ cu giberelinele.

Tratamentele cu acid giberelic (3–30 μmol) induce înmugurirea prematură, stimulează formarea cârceilor şi inhibă formarea primordiilor inflorescenţelor (Mullins ş.a., 1994).

Soiurile cu durata de înflorire mai scurtă sunt mai puţin sensibile la temperaturi coborâte, în timp ce soiurile cu durata lungă de înflorire sunt mai sensibile.

Temperaturile ridicate şi aerul uscat pot să determine lipirea corolei de stamine şi pistil, uscarea secreţiilor stigmatului împiedicând astfel formarea tubului polinic. Temperaturile coborâte sub 20 °C reduc proporţia de fructe legate şi totodată producţia de struguri cu 30–40 %.

Ploile reprezintă un impediment pentru realizarea polenizării sau spală polenul de pe stigmat, ceea ce împiedică fecundarea.

Încărcătura mare de ochi pe butuc poate să reducă dezvoltarea ovarului şi să scădă proporţia de bace legate.

Reducerea intensităţii luminoase prin umbrirea frunzelor şi temperaturile coborâte au diminuat procentul de bace legate, datorită concurenţei dintre organele vegetative şi reproductive, în condiţii de fotosinteză redusă (Ollat, 1992). Rezultă deci că o activitate fotosintetică corespunzătoare împiedică concurenţa dintre mugurii vegetativi şi cei florali, stimulând procesul de legare.

Nutriţia minerală constituie un alt factor care poate influenţa fertilitatea mugurilor. Delmas (1966), utilizând culturi în soluţii nutritive, a demonstrat că unele elemente minerale ca: fosfor, potasiu, magneziu şi zinc, pot influenţa coeficientul de fertilitate al mugurilor. Prezenţa borului stimulează capacitatea de germinare a polenului şi creşterea tubului polinic, iar manganul are un efect inhibitor asupra acestor procese (Dvornic ş.a.,1970).

Nutriţia echilibrată a viţelor în perioada înfloritului asigură atât creşterile vegetative, cât şi dezvoltarea organelor generative. După legarea fructelor are loc biosinteza auxinei în seminţe şi modificarea transportului preferenţial al asimilatelor spre bace, ceea ce stimulează creşterea lor şi obţinerea unei producţii bogate. Nutriţia necorespunzătoare generează o concurenţă pentru asimilate, între organele vegetative şi cele generative, ceea ce conduce la un procent scăzut de legare.

Lavezzi (1968) a urmărit gradul de fertilitate al mugurilor în funcţie de poziţia acestora pe lăstarii anuali, la 26 soiuri de viţă de vie. S-a constatat că un număr de 12 soiuri printre care: Pinot gris, Müller Thurgau, Silvaner etc. au un grad de fertilitate similar pe toată lungimea lăstarilor. Alte 14 soiuri printre care se află: Traminer, Cabernet franc, Pinot alb, Labrusca etc. au un grad redus de fertilitate al mugurilor situaţi spre baza lăstarilor.

Cercetările efectuate de Martin ş.a. (1960) au dovedit că sporirea încărcăturii pe butuc la 90 de muguri, în cazul soiului Aligote, creează condiţii propice pentru pornirea ochilor şi sporeşte numărul de lăstari fertili.

Champagnol (1984) a constatat că cei mai mari struguri se formează din mugurul 6 de la baza coardei, în cazul viţelor puţin productive şi din mugurii 6–8 , la cele productive.

Cantitatea şi calitatea strugurilor este dependentă de productivitatea fotosintezei, care la rândul ei este dependentă de suprafaţa foliară. În practică se utilizează indicele Ravaz, care reprezintă raportul dintre masa strugurilor şi a organelor vegetative. Acest indice poate fi utilizat numai pentru un soi, în condiţii date şi variază între 3 şi 8

pentru soiurile puţin productive, cu coarde groase şi între 4 şi 15 pentru cele productive, cu coarde subţiri. În acelaşi scop poate fi utilizat şi raportul suprafaţă foliară/masa strugurilor, a cărui valoare nu trebuie să fie mai mică de 10 cm^2 frunze/g fruct.

Pentru realizarea acestor indicatori se aplică lucrări de tăiere care urmăresc corelarea capacităţii de fotosinteză a plantei cu numărul şi masa strugurilor şi îmbunătăţirea, astfel, a calităţii producţiei.

BCU "A.S. CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY"

Capitolul 7
Fiziologia fructificării

Fructul viţei de vie este o bacă, iar dintr-o inflorescenţă rezultă un ciorchine (strugure), alcătuit din numeroase bace fixate pe un rahis ramificat.

7.1. Procesul de creştere a strugurilor

Bacele sunt prinse pe ramificaţiile rahisului prin intermediul unor pediceli scurţi. Lungimea rahisului şi deci mărimea ciorchinelui reprezintă o caracteristică de soi. La aceasta se adaugă gradul de lignificare a rahisului, culoarea acestuia şi a pedicelilor, forma, mărimea şi culoarea bacelor.

Bacele se formează din ovar şi sunt fixate de pediceli prin intermediul fasciculelor liberiene şi lemnoase.

Forma bacelor variază în funcţie de soi, de la cea sferică la cea elipsoidală, discoidală, ovată sau cilindrică, iar culoarea lor are numeroase nuanţe de la verde la verde-gălbui, violet, roz, gri sau negru.

În ceea ce priveşte mărimea bacelor, aceasta constituie un criteriu de clasificare. Sunt considerate ca bace foarte mici cele cu lungimea sub 5 mm, mici — cele cu lungimea de 5 – 10 mm, mijlocii — între 10 şi 15 mm, mari — între 15 şi 20 mm şi foarte mari, când lungimea bacelor depăşeşte 21 mm.

Structura bacelor este caracteristică, fiind alcătuite din pericarp şi seminţe. Pericarpul este format din epicarp, mezocarp şi endocarp. La exterior se găseşte exocarpul, format dintr-o epidermă unistratificată, cu grosimea de 6,5–10 μm (Alleweldt ş.a., 1981), şi hipodermă care are celulele cu diametrul de 107–246 μm. Aceste celule conţin cantităţi mai mari de pigmenţi, substanţe tanoide, substanţe aromate şi acid ascorbic.

Epiderma bacelor este acoperită cu cuticulă, cu grosimea de 1,6–3,8 mm (Seymour, Taylor şi Tucker, 1983), care pe parcursul procesului de maturare se subţiază. Rosenquist şi Morrison (1988) au precizat că cerurile epicuticulare formează lamele mici care cresc ca număr şi complexitate în timpul procesului de maturare. Acestea sunt alcătuite din acid oleanolic (79 %), alcooli cu lanţul lung, acizi graşi, urme de esteri, aldehide şi parafine (Winkler ş.a., 1974). După Prat (1971), printre celulele epidermice ale bacelor se găsesc stomate, în timp ce Nakagawa ş.a. (1980) consideră că există lenticele.

Mezocarpul (pulpa fructelor) este alcătuit din 25–30 straturi de celule, care au vacuole mari ce conţin substanţe de rezervă şi reprezintă 64–90 % din masa bacelor (Lavee şi Nir, 1986).

Endocarpul este format din unul sau două straturi de celule alungite tangenţial şi care la maturitate se gelifică.

În fiecare bacă pătrund 10–12 fascicule vasculare. Două, numite fascicule principale, pătrund în mezocarp până în apropierea seminţelor, unde se divid în patru, după care se îndreaptă spre cele patru seminţe.

Celelalte 8–10 fascicule, numite periferice, străbat parenchimul de sub epicarp pe direcţia meridianelor. Pe parcursul acestui traseu se ramifică în 20–30 de fascicule, care în partea apicală a fructului se unesc cu fasciculele axiale.

Seminţele reprezintă aproximativ 10 % din masa bacelor şi sunt bogate în substanţe fenolice, lipide (10–20 %) şi fitohormoni (gibereline şi acid abscisic). Din această cauză se consideră că seminţele contribuie la reglarea hormonală a procesului de creştere şi dezvoltare a bacelor.

Seminţele, mici, piriforme, sunt formate din tegument, embrion şi endosperm.

Tegumentul este alcătuit din testa şi tegmen, fiecare având o epidermă externă, o zonă mijlocie şi o epidermă internă. Embrionul, de dimensiuni mici, este alcătuit din muguraş, axă hipocotilă, radiculă şi două cotiledoane. Celulele endospermului au formă poligonală şi conţin depozitate picături de lipide, grăunciori de aleuronă, cristale de oxalat de calciu şi substanţe tanoide.

Kassemayer şi Standt (1983) au studiat procesul de formare a endospermului la soiurile Weisser Burgunder şi Gewurztraminer. Ciclul mitotic al zigoţilor durează 20 de zile, fără a fi dependent de condiţiile de mediu. După diviziunea zigotului, are loc formarea embrionului, într-un proces care cuprinde cinci etape şi durează 3 zile.

Nucleul endospermului primar începe să se dividă după 2 zile de la fecundare şi după ce acesta s-a deplasat în centrul sacului embrionar. La început are loc o diviziune liberă, toate nucleele divizându-se simultan la fiecare 3–4 zile, putând fi consideraţi poliploizi. Înainte de formarea proembrionului, după 20–21 zile de la înflorit, se formează pereţii celulari despărţitori, endospermul devenind celular.

Procesul de fecundare induce creşterea ovulelor, proces ce evidenţiază trei maximumuri, pe parcursul a 22 de zile. În momentul în care masa de nuclee a endospermului se separă prin pereţi realizând o structură celulară, iar ovulele au atins o oarecare mărime, începe şi dezvoltarea embrionului.

Faza de diviziune celulară durează 3–4 săptămâni la soiurile apirene, timp în care se formează 300 000–500 000 celule (Harris ş.a.,1968) şi 5–6 săptămâni la celelalte soiuri, timp în care se formează 500 000–1 000 000 celule (Champagnol, 1984).

Faza de extensie celulară începe după 10–15 zile de la fecundare şi durează pe tot parcursul fazei I de creştere. În această primă etapă creşterea bacelor este liniară. Harris ş.a. (1986) au constatat că faza rapidă de creştere a bacelor are loc până în ziua a 25-a după înflorit, perioadă în care are loc atât diviziunea, cât şi extensia celulară. Diviziunea celulelor încetează, mai întâi, în placentă şi pericarpul intern, apoi în pericarpul extern şi în hipodermă şi epidermă (Prat, 1971). În această fază bacele sunt mici, au culoarea verde, fermitatea mare, conţinut redus de substanţă uscată solubilă şi o valoare mare a acidităţii titrabile, iar seminţele au ajuns aproape de dimensiunile maxime.

Faza a 2-a se caracterizează prin încetinirea creşterii şi durează 7–40 zile. În această perioadă are loc creşterea pericarpului, maturarea seminţelor şi dezvoltarea rapidă a embrionului. Aciditatea titrabilă are valoarea maximă, intensitatea respiraţiei se reduce şi începe procesul de biodegradare a substanţelor pectice care determină scăderea fermităţii bacelor şi biodegradarea pigmenţilor clorofilieni, ceea ce conduce la modificarea culorii acestora.

Faza a 3-a de creştere a bacelor începe o dată cu iniţierea fazei de pârgă şi se caracterizează prin scăderea fermităţii bacelor şi realizarea dimensiunii, culorii, gustului şi aromei specifice soiului.

Durata perioadei totale de creştere a bacelor este în medie de 45 zile.

Determinările efectuate în dinamică de către Coombe (1973) au precizat că dinamica cumulată a creşterii bacelor are aspectul unei

curbe dublu sigmoide. Prima perioadă de creştere rapidă corespunde cu diviziunea celulelor, iar cea de a doua perioadă, cu extensia celulară. Între cele două perioade există o etapă în care creşterea este încetinită *(Fig. 7.1.)*.

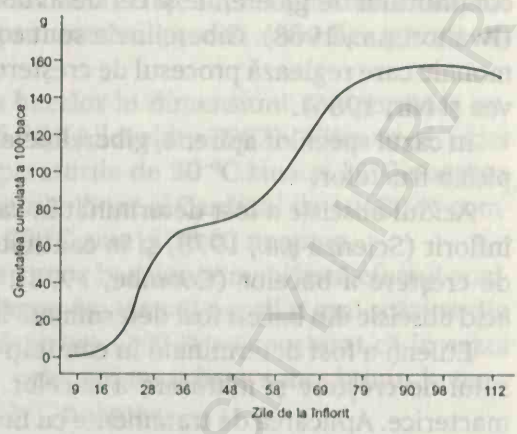


Fig. 7.1. Creşterile cumulate la bacele de struguri (Scienza, 1980)

Procesul de creştere a bacelor este **controlat hormonal**, în principal de auxină, gibereline şi citochinine. Muller Thurgau (1989) a constatat că mărimea bacelor a fost dependentă de numărul de seminţe, care reprezintă situsuri pentru biosinteza hormonilor.

Auxina care este prezentă în cantitate mare în bacele aflate în plin proces de creştere scade cantitativ în timpul perioadei de iniţiere a maturităţii, concomitent cu creşterea conţinutului în acid abscisic (Inaba ş.a., 1976). Conţinutul maxim de auxine al bacelor corespunde cu sfârşitul fazei a II-a de creştere, respectiv cu perioada ce precede faza de pârgă. Aplicarea de tratamente cu acid 4-cloro-fenoxiacetic, după legarea fructelor, stimulează creşterea bacelor şi întârzie maturarea acestora (Weaver, 1953).

Conţinutul în citochinine din bace este scăzut în faza I de creştere, realizează un maximum în faza a doua şi scade din nou pe parcursul fazei a treia de creştere. Citochininele influenţează formarea bacelor şi participă la realizarea inducţiei florale, iar aplicarea de tratamente în faza de înflorire a determinat creşterea bacelor în dimensiune (Roubelakis şi Kliewer, 1976).

Giberelinele au fost identificate în seminţe şi în bacele cu seminţe (Coombe, 1960). Aceste substanţe au un maximum de acumulare în perioada de legare a fructelor (Inaba ş.a., 1976), scad cantitativ până la 45 de zile după înflorit, apoi care realizează un al doilea maximum după aproximativ 60 de zile de la înflorit. Ulterior diminuează cantitativ, rămânând la o concentraţie scăzută pe toată durata procesului de maturare (Scienza ş.a., 1978). O dinamică similară s-a determinat şi în cazul seminţelor, la care s-a constatat că diminuarea iniţială a

conţinutului de gibereline şi cel de al doilea pic au loc mai devreme (Iwahori ş.a., 1968). Giberelinele sunt considerate ca substanţe hormonale care reglează procesul de creştere şi dezvoltare a bacelor (Lavee şi Nir, 1986).

În cazul speciilor apirene, giberelinele induc formarea partenocarpică a fructelor.

Acidul abscisic a fost determinat în cantitate mare în perioada de înflorit (Scienza ş.a., 1978) şi în cantitate mică în perioada timpurie de creştere a bacelor (Coombe, 1973). Cea mai mare cantitate de acid abscisic din bace a fost determinată în epicarp (Coombe, 1973).

Etilena a fost determinată în cantităţi mici pe tot parcursul procesului de creştere şi maturare a bacelor, strugurii fiind fructe neclimacterice. Aplicarea de tratamente cu Etephon determină stimularea procesului de maturare a strugurilor, caracterizat prin: colorarea bacelor, acumularea substanţei uscate solubile, reducerea aciditătii, fermităţii şi inducerea abscisiei.

Pe măsură ce bacele se apropie de faza de maturitate, se modifică balanţa hormonală în defavoarea hormonilor stimulatori. Ca urmare, ritmul de creştere a bacelor se reduce şi în final încetează complet.

Situsurile de biosinteză a hormonilor nu sunt bine precizate. Se consideră că în faza iniţială de formare a bacelor auxinele provin de la mugurii apicali, iar giberelinele şi citochininele de la rădăcini. În etapa următoare hormonii stimulatori de creştere sunt sintetizaţi în bace, dar pot proveni şi din organele vegetative. Etilena este biosintetizată în bace, iar acidul abscisic în frunzele mature şi senescente.

Concomitent cu creşterea bacelor în dimensiuni, are loc şi un proces de acumulare a asimilatelor. Pe baza cercetărilor efectuate timp de trei ani la soiul Mavrud, Popov (1966) a ajuns la concluzia că 48,34 % din substanţa uscată acumulată de plantele de viţă de vie se depozitează în struguri, iar pentru 100 kg de struguri ale soiului Perla de Csaba se consumă 347–449 g N, 81–129 g P_2O_5 şi 335–424 g K_2O.

Reducerea nitraţilor poate să aibă loc şi la nivelul bacelor, activitatea nitratreductazei sporind în intensitate până la maturare (Hunter şi Ruffner, 1997).

Principalii factori externi care influenţează creşterea bacelor sunt factorii climatici şi tehnologiile de cultură aplicate.

Temperatura optimă pentru desfăşurarea procesului de creştere şi maturare variază în funcţie de etapa de desfăşurare a acestui proces.

În timpul perioadei de diviziune a celulelor, temperaturile ridicate au un efect inhibitor asupra acestui proces, valorile optime situându-se între 20 şi 25 °C.

În perioada de creştere a bacelor în dimensiuni, temperatura optimă variază între 25 şi 26 °C (Alleveldt, 1967). Kliewer şi Lider (1968) au constatat că temperaturile de 30 °C ziua şi 15°C noaptea reduc volumul bacelor la soiurile Pinot şi Cardinal cu 10–20 % comparativ cu temperaturile de 20 °C ziua şi 15 °C noaptea.

În timpul perioadei de creştere a bacelor se manifestă efectul pozitiv al temperaturilor mai ridicate din timpul nopţii şi mai scăzute din timpul zilei. Astfel, Hale şi Buttrose (1974) au constatat că în cazul soiului Cabernet Sauvignon, cele mai mari bace s-au obţinut la temperaturile de 25 °C ziua şi 30 °C noaptea.

În perioada de maturare, temperatura optimă scade şi devin mai favorabile temperaturile ridicate din timpul zilei şi scăzute din timpul nopţii.

Aprovizionarea bună a plantelor de viţă de vie cu apă şi substanţe minerale, recepţia corespunzătoare a radiaţiilor fotosintetic active şi existenţa unor plante viguroase determină obţinerea unor bace de dimensiuni mari.

Dintre factorii agrotehnici, s-a constatat că prezintă importanţă mare asupra procesului de creştere a bacelor **tratamentele cu substanţe hormonale**, care au intrat de altfel în practicile culturale.

La soiurile de viţă de vie partenocarpice au dat rezultate bune tratamentele cu acid 4-clorofenoxiacetic, în concentraţie de 20 ppm, aplicate la sfârşitul înfloritului. Rezultate corespunzătoare s-au obţinut şi prin aplicarea combinată a acidului giberelic 1 ppm şi CCC-ului 100 ppm, care contribuie la legarea fructelor şi, respectiv, la creşterea bacelor (Scienza, 1980).

La soiurile de viţă de vie cu seminţe şi flori funcţional femele, s-au obţinut creşteri semnificative ale bacelor prin aplicarea a două tratamente cu acid giberelic în concentraţie de 100 ppm, primul la sfârşitul înfloritului şi al doilea — cu două săptămâni mai târziu (Scienza ş.a., 1980).

7.2. Maturarea şi senescenţa strugurilor

Maturarea reprezintă procesul fiziologo-biochimic prin care strugurii realizează însuşirile calitative caracteristice de mărime, culoare, gust, aromă etc.

Maturarea este un proces coordonat genetic, dar până în prezent nu se cunoaşte semnalul care declanşează acest proces. Kraeva ş.a. (1998) au constatat că acidul salicilic care este un elicitor pentru sinteza enzimelor fenolice şi a celor hidrolitice este capabil să inhibe sau să întârzie maturarea bacelor.

Încă din perioada de pârgă s-a constatat biosinteza unor noi proteine, care pot reprezenta protein-enzimele implicate în procesul de maturare, în biosinteza etilenei, în hidroliza substanţelor pectice etc.

Etilena reprezintă principalul hormon de maturare a fructelor. Cantitatea de etilenă sintetizată de struguri este foarte coborâtă şi anume 0,1 μl/kg/h, la temperatura de 20 °C.

Mecanismul de acţiune a etilenei se bazează în principal pe creşterea activităţii unor enzime şi a permeabilităţii membranelor plasmatice şi ale organitelor celulare, care are implicaţii multiple asupra metabolismului celular: intensificarea proceselor de oxidare, a transportului intracelular, biodegradarea glucidelor, acizilor organici, substanţelor pectice, a clorofilei etc. Etilena stimulează şi formarea complexului calmodulin-calciu, care determină intensificarea activităţii unor enzime, aşa cum sunt fosfolipazele şi lipoxigenaza.

Maturarea strugurilor se caracterizează în principal prin desfăşurarea următoarelor procese:

- biodegradarea clorofilei şi biosintetizarea pigmenţilor carotenoizi, antocianici şi flavonici, modificări ce dermină realizarea culorii caracteristice bacelor;
- biodegradarea glucidelor solubile, acizilor organici, substanţelor fenolice etc. determină modificarea raportului dintre aceşti componenţi şi realizarea gustului caracteristic;
- acumularea produşilor intermediari volatili ai metabolismului: alcooli, aldehide, cetone, eteri, esteri, terpene etc. conferă aroma caracteristică fructelor mature;
- biodegradarea protopectinei din lamela mediană are drept urmare scăderea fermităţii bacelor;
- diminuarea intensităţii procesului de respiraţie are drept consecinţă scăderea ritmului de producere a energiei biochimice care este atât de necesară pentru procesele de biosinteză şi, în special, pentru reînnoirea proteinelor.

Dacă maturitatea reprezintă faza de realizare a însuşirilor calitative optime ale strugurilor, senescenţa constituie faza de declin, în care însuşirile calitative se reduc o dată cu valoarea comercială a acestora. După Rhodes (1980), senescenţa este stadiul final ontogenetic în

care au loc schimbări esenţiale ireversibile, care conduc la deteriorarea ultrastructurii celulelor, la dereglarea proceselor fiziologice şi la moartea celulelor.

Senescenţa reprezintă din punct de vedere fiziologic o continuare a procesului de maturare, care se caracterizează prin intensificarea activităţii enzimelor hidrolitice şi a biodegradării ultrastructurii celulare.

Dintre enzimele hidrolitice cu activitate intensă în faza de senescenţă prezintă importanţă ribonucleazele, care catalizează biodegradarea acizilor nucleici. Aceasta are drept consecinţă scăderea ritmului de reînnoire a proteinelor citoplasmatice şi enzimatice. În acelaşi timp, prin efectele pe care le are etilena asupra creşterii permeabilităţii membranelor plasmatice şi a formării complexului calmodulin-calciu, stimulează activitatea enzimelor oxidative şi hidrolitice din celule.

Oxidarea fenolilor şi polimerizarea acestora conduce la formarea de complexe de culoare neagră (melanine), care modifică culoarea epicarpului, la soiurile lipsite de antociani (Burzo ş.a., 1994).

Gustul şi aroma strugurilor devin necorespunzătoare în urma proceselor de biodegradare a principalilor componenţi biochimici (glucide, acizi organici, substanţe fenolice etc.).

La nivel ultrastructural se remarcă rarefierea citoplasmei, reducerea numărului de tilacoide şi vezicularea cloroplastelor, acumularea de substanţe electron dense în vacuole şi într-o fază mai avansată de biodegradare are loc ruperea tonoplastului.

Procesul de maturare şi de senescenţă este inhibat de acidul abscisic (During ş.a., 1978) şi este stimulat de temperaturile ridicate de pe parcursul acestei perioade.

Stropirile foliare cu Ethrel în concentraţie de 1 000 ppm stimulează procesul de maturare a strugurilor, soiul Ruby Cabernet, precum şi acumularea glucidelor şi a pigmenţilor antocianici (Weaver şi Montgomery, 1974).

Ritmul de maturare şi de senescenţă a strugurilor este influenţat de numeroşi factori, cum sunt: precocitatea şi vigoarea plantelor, temperatura ambiantă, tehnicile culturale aplicate etc.

Precocitatea se manifestă printr-un ritm rapid al procesului de maturare şi de senescenţă a strugurilor şi este caracteristică pentru soiurile timpurii.

Carboneau (1992) a constatat că vigoarea plantelor are efecte asupra duratei procesului de creştere, ceea ce are implicaţii asupra

maturării strugurilor. Acest efect se datorește concurenței dintre procesul de creștere vegetativă și cel de maturare a strugurilor.

Temperaturile ridicate din perioada de maturare a strugurilor intensifică ritmul de desfășurare a acestui proces, în timp ce temperaturile scăzute prelungesc durata acestei perioade.

Dozele mari de îngrășăminte azotate inhibă procesul de maturare și de senescență a strugurilor și acumularea glucidelor solubile, menținând valoarea ridicată a acidității titrabile.

Seceta stimulează biosinteza etilenei, ceea ce conduce la intensificarea procesului de maturare și senescență a fructelor.

7.3. Modificări fiziologo-biochimice care au loc în timpul maturării și senescenței strugurilor

Creșterea și maturarea strugurilor sunt procese coordonate genetic prin intermediul ARNm care codifică sinteza protein-enzimelor implicate în aceste procese.

7.3.1. Modificarea conținutului de hormoni din struguri

Auxina sintetizată în meristemul subapical al lăstarilor și în bace stimulează procesul de extensie a celulelor din struguri. Concentrația maximă de auxină endogenă a fost determinată în timpul perioadei de creștere intensă a bacelor *(Fig. 7.2.)*, în soiurile cu semințe și anume în nucela și endospermul acestora. Weaver și Sing (1978) au constatat existența unui maximum al conținutului în auxină în timpul perioadei de pârgă. Rezultate similare a obținut și Scienza (1980).

Pe tot parcursul perioadei de maturare a strugurilor conținutul de auxină este scăzut și variază între 2,1 μg/100 g substanță proaspătă, în faza de pârgă și 2,7 μg/100 g substanță proaspătă, în faza de maturitate (Cawton și Morris, 1982).

Giberelinele prezintă un maximum de acumulare în faza de extensie a celulelor *(Fig. 7.3.)*, urmată de o scădere cantitativă pe parcursul procesului de maturare. Datorită faptului că giberelinele se biosintetizează în semințe, bacele soiurilor apirene au un conținut mai scăzut în gibereline. Aceste substanțe hormonale stimulează procesul de creștere a bacelor, au un rol protector asupra auxinelor și stimulează formarea fructelor partenocarpice (Chundawat ș.a., 1971).

Analizele efectuate la diferite soiuri de viță de vie au evidențiat că bacele au un conținut mai scăzut de gibereline în cazul soiului Co-

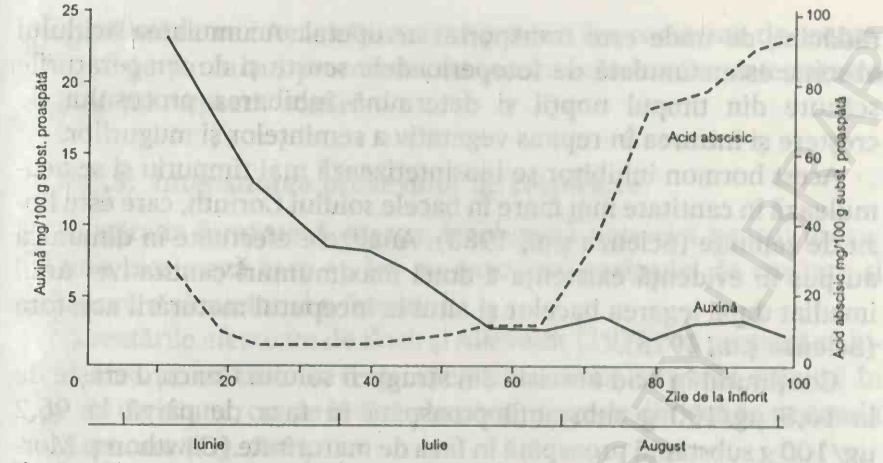


Fig. 7.2. Dinamica conţinutului în auxină şi acid abscisic din strugurii soiului Concord (Cawton şi Morris, 1982)

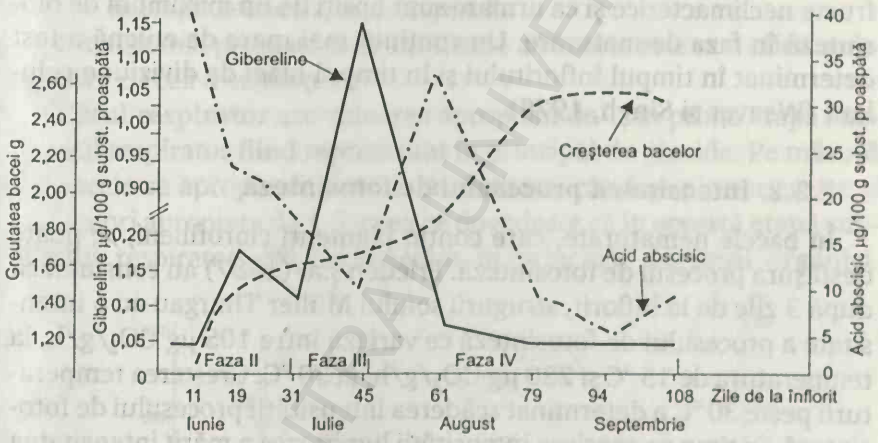


Fig. 7.3. Conţinutul în gibereline, acid abscisic şi creşterea bacelor la soiul Cabernet Sauvignon (Scienza ş.a., 1978)

rinth, mai mare în cazul soiului Sultanina şi cele mai mari valori la soiul Muscat de Alexandria.

Citochininele sunt sintetizate în rădăcini de unde sunt transportate sub formă de glicozizi spre organele aeriene, unde au rol în inhibarea abscisiei florilor (Mullins, 1986), stimularea legării fructelor şi în creşterea acestora (Weaver ş.a., 1966).

Acidul abscisic este biosintetizat în frunzele mature, de unde este translocat în faza de pârgă spre bace (Koussa ş.a., 1994) sau în

rădăcini, de unde este transportat acropetal. Acumularea acidului abscisic este stimulată de fotoperioadele scurte şi de temperaturile scăzute din timpul nopţii şi determină inhibarea procesului de creştere şi intrarea în repaus vegetativ a seminţelor şi mugurilor.

Acest hormon inhibitor se biosintetizează mai timpuriu şi se acumulează în cantitate mai mare în bacele soiului Corinth, care este lipsit de seminţe (Scienza ş.a., 1983). Analizele efectuate în dinamică au pus în evidenţă existenţa a două maximumuri cantitative: unul imediat după legarea bacelor şi altul la începutul maturării acestora (Scienza ş.a., 1975).

Conţinutul în acid abscisic din strugurii soiului Concord creşte de la 16,5 μg/100 g substanţă proaspătă în faza de pârgă la 96,2 μg/100 g substanţă proaspătă în faza de maturitate (Cawthon şi Morris, 1982).

Etilena este biosintetizată de bace în cantităţi mici, strugurii fiind fructe neclimacterice şi ca urmare sunt lipsiţi de un maximum de biosinteză în faza de maturare. Un conţinut mai mare de etilenă a fost determinat în timpul înfloritului şi în timpul fazei de diviziune celulară (Weaver şi Singh, 1978).

7.3.2. Intensitatea procesului de fotosinteză

În bacele nematurate, care conţin pigmenţi clorofilieni, se poate desfăşura procesul de fotosinteză. Frieden ş.a. (1987) au constatat că după 3 zile de la înflorit, strugurii soiului Müller Thurgau au o intensitate a procesului de fotosinteză ce variază între 105 μg CO_2/g/h, la temperatura de 15 °C şi 220 μg CO_2/g/h, la 30 °C. Creşterea temperaturii peste 30 °C a determinat scăderea intensităţii procesului de fotosinteză, în timp ce sporirea intensităţii luminoase a mărit intensitatea acestuia.

Utilizând $^{14}CO_2$, Beriashvili şi Beriashvili (1996) au precizat că într-o fază timpurie de maturare în bacele strugurilor se desfăşoară tipul fotosintetic C_4, care pe parcursul procesului de creştere şi maturare se transformă treptat în tipul fotosintetic C_3.

Comparând intensitatea procesului de fotosinteză cu cea a respiraţiei, s-a constatat că fotosinteza bacelor are o intensitate mai scăzută comparativ cu respiraţia acestora.

Determinările efectuate de Frieden ş.a. (1987), la strugurii nematuraţi, care au capacitate fotosintetică, au precizat că **intensitatea fotorespiraţiei** creşte o dată cu temperatura până la 38 °C, după care se

remarcă scăderea intensității acestui proces. S-a constatat, de asemenea, că pe parcursul procesului de maturare a bacelor intensitatea procesului respectiv scade.

7.3.3. Intensitatea procesului de respirație

Respirația furnizează energia biochimică necesară pentru procesele de biosinteză care au loc pe parcursul perioadei de creștere și maturare a plantelor și a fructelor.

Cercetările efectuate de Koch și Alleveldt (1978) au precizat că intensitatea procesului de respirație a unei bace este mai scăzută în faza de diviziune, crește în faza de pârgă și scade din nou în perioada de maturare *(Fig. 7.4.)*.

Raportată la 100 g bace, intensitatea procesului de respirație are valorile maxime în faza de diviziune și extensie celulară și scade treptat, pe măsură ce bacele se maturează.

Intensitatea procesului de respirație a bacelor este mai mică comparativ cu cea a semințelor.

Câtul respirator are valoarea apropiată de 1, în prima etapă substratul respirator fiind reprezentat în principal de glucide. Pe măsură ce bacele se apropie de faza de maturitate, câtul respirator crește și are valori apropiate de 1,5, ceea ce dovedește că în această etapă substratul respirator este reprezentat în principal de acizii organici.

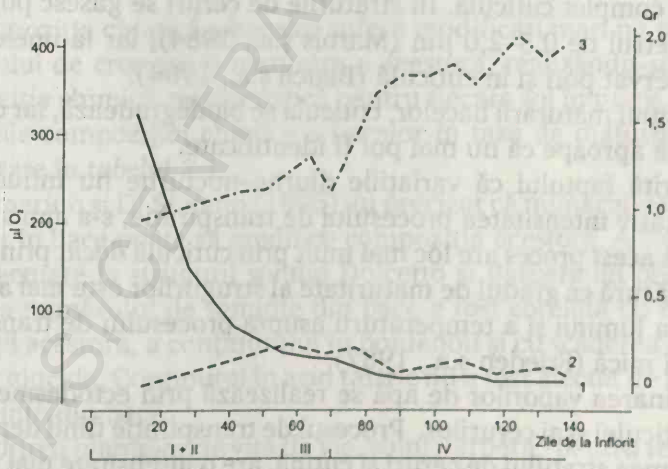


Fig. 7.4. Dinamica intensității respirației bacelor din soiul B-6-18, exprimată în µl O_2/g(*1*) și µl/bacă (*2*) și a coeficientului respirator (*3*), la 25 °C (Frieden ș.a., 1978)

Câtul respirator este mai mare de 1 în cazul parenchimului intern şi mai mic de 1, în cazul seminţelor (Champagnol, 1984).

Temperatura reprezintă principalul factor care influenţează procesul de respiraţie. Determinările efectuate de Burzo (1986) au precizat că în cazul creşterii temperaturii cu 10°C, în limitele 0–10°C respiraţia se intensifică de 3,37 ori, iar în limitele 10–20°C intensitatea procesului de respiraţie creşte de 2,48 ori.

7.3.4. Intensitatea procesului de transpiraţie

Intensitatea procesului de transpiraţie reprezintă principalul proces fiziologic care determină modificarea turgescenţei bacelor. Acesta este condiţionat în principal de grosimea cuticulei şi de factorii din mediul înconjurător.

Cuticula începe să se formeze la strugurii soiului Tompson Seedless cu circa trei săptămâni înainte de înflorit, la suprafaţa pistilului se diferenţiază stratul de celule epidermice pe care se formează creste de cutină. Înainte cu două săptămâni de înflorit cutina acoperă complet celulele epidermice (Rosenquist şi Morrison, 1988). În perioada de înflorire, peste cuticulă se depun ceruri epicuticulare, a căror grosime sporeşte în perioada timpurie de creştere a bacelor (Considine şi Knox, 1979).

Cerurile formează plăci mici, care după 20–30 de zile de la înflorit acoperă complet cuticula. În straturile de ceruri se găsesc pori mici, cu diametrul de 0,5–2,0 μm (Marois ş.a., 1984), iar la unele soiuri s-au observat pori şi în cuticulă (Blaich ş.a., 1984).

În timpul maturării bacelor, cuticula se biodegradează, iar crestele de cutină aproape că nu mai pot fi identificate.

Datorită faptului că variaţiile diurne–nocturne nu influenţează semnificativ intensitatea procesului de transpiraţie, s-a ajuns la concluzia că acest proces are loc mai mult prin cuticulă decât prin stomate. Pe măsură ce gradul de maturitate al strugurilor este mai avansat, influenţa luminii şi a temperaturii asupra procesului de transpiraţie este mai mică (Frieden ş.a., 1987).

Eliminarea vaporilor de apă se realizează prin ectodesme şi prin porii cuticulei şi ai cerurilor. Procesul de transpiraţie fiind dependent de grosimea stratului de ceruri şi cutină, are o intensitate mai mare în faza de tinereţe, când grosimea cutinei şi a cerurilor este mai mică şi variază între 25 şi 33 mg H_2O/g/h.

Pe parcursul procesului de maturare are loc biodegradarea cuticulei, dar în acelaşi timp are loc scăderea conţinutului în apă liberă şi acumularea de substanţe osmotic active (glucide solubile, acizi organici, ioni etc.), care reţin apa în celule. Ca urmare, intensitatea procesului de transpiraţie scade, cele mai mici valori fiind determinate la maturitate *(Fig. 7.5.)*, aşa după cum rezultă din datele obţinute de Frieden ş.a. (1987).

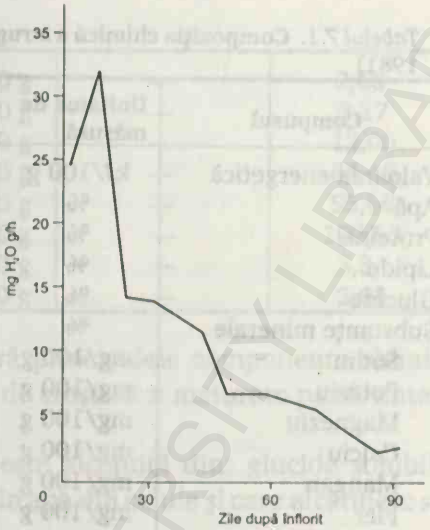


Fig. 7.5. Intensitatea transpiraţiei bacelor, soiul Müller Thurgau la 25 °C şi la 50% UR (Frieden ş.a.)

Intensitatea procesului de transpiraţie variază şi în funcţie de soi. Astfel, strugurii soiului Reichensteiner au o intensitate mai mare a procesului de transpiraţie comparativ cu soiul Müller Thurgau.

7.3.5. Modificarea compoziţiei chimice a bacelor

Compoziţia chimică a bacelor suferă modificări mari pe parcursul procesului de creştere şi maturare a acestora, realizându-se în final compoziţia chimică caracteristică pentru fiecare soi în parte. Valorile medii ale compoziţiei chimice a bacelor în faza de maturitate sunt prezentate în *tabelul 7.1.*

Ummarino şi Di Stefano (1996) au precizat că numărul de seminţe existent în bace poate să modifice compoziţia acestora. Astfel, analizele efectuate la strugurii soiului Dolcetto şi Barbera au precizat că sporirea numărului de seminţe din bace a fost corelată cu creşterea greutăţii acestora, a conţinutului în polifenoli şi cu scăderea conţinutului în glucide. Conţinutul în acid tartric nu a fost afectat de numărul de seminţe din bace.

Umbrirea plantelor de viţă de vie, soiul Barbera, pentru reducerea intensităţii radiaţiilor luminoase cu 15, 22 şi 29 % a determinat scăderea pH-ului şi a substanţei uscate solubile şi creşterea aciditătii titrabile (Valenti, L. ş.a., 1996).

Tabelul 7.1. **Compoziţia chimică a strugurilor** (după Souci, Fachmann şi Kraut, 1981)

Compusul	Unitatea de măsură	Limitele de variaţie	În medie
Valoarea energetică	kJ/100 g	—	303,30
Apă	%	77,30–83,60	76,85
Proteine	%	0,50–0,90	0,65
Lipide	%	0,14–0,40	0,27
Glucide	%	—	16,13
Substanţe minerale	%	0,40–0,58	0,46
Sodiu	mg/100 g	0,50–3,00	1,82
Potasiu	mg/100 g	140,00–250,00	184,32
Magneziu	mg/100 g	6,00–15,00	8,93
Calciu	mg/100 g	12,00–21,00	17,28
Mangan	mg/100 g	0,04–0,09	0,07
Fier	mg/100 g	0,30–0,70	0,49
Cobalt	mg/100 g	0,90–1,90	1,34
Cupru	mg/100 g	0,04–0,08	0,06
Zinc	mg/100 g	0,04–0,11	0,08
Nichel	mg/100 g	—	7,68
Crom	mg/100 g	—	1,92
Fosfor	mg/100 g	13,00–30,00	19,20
Clor	mg/100 g	—	1,92
Fluor	mg/100 g	0,01–0,02	0,01
Iod	mg/100 g	—	0,67
Seleniu	mg/100 g	0,00–0,02	-
Vitamina C	mg/100 g	2,00–7,40	4,03
Vitamina B_1	mg/100 g	0,03–0,06	0,04
Vitamina B_2	mg/100 g	0,01–0,04	0,02
Nicotinamidă	mg/100 g	0,15–0,30	0,22
Acid pantotenic	mg/100 g	0,05–0,08	0,06
Vitamina B_6	mg/100 g	0,04–0,10	0,07
Biotină	mg/100 g	1,00–2,00	1,44
Acid folic	mg/100 g	4,40–6,00	5,18
Glucoză	%	5,82–9,05	6,99
Fructoză	%	5,60–8,78	7,04
Zaharoză	%	0,00–1,16	0,40
Pectine	%	0,20–0,35	0,27
Acizi organici, total	%	0,89–1,42	1,10
Acid malic	mg/100 g	430,00–650,00	518,40
Acid citric	mg/100 g	—	22,08
Acid tartric	mg/100 g	390,00–670,00	508,80

Tabelul 7.1. (continuare)

Acid oxalic total	mg/100 g	—	7,68
Acid oxalic solubil	mg/100 g	—	3,17
Acid clorogenic	mg/100 g	—	12,00
Acid succinic	mg/100 g	—	84,48
Acid fumaric	mg/100 g	—	55,68
Acid gliceric	mg/100 g	—	102,53
Steroli, total	mg/100 g	—	3,84
β-sitosterol	mg/100 g	—	2,88

Modificările pe care le suferă principalele componente chimice din bace pe parcursul perioadei de creştere şi maturare pot fi sintetizate în modul următor:

Substanţa uscată solubilă este alcătuită din: glucide solubile, acizi organici, ioni etc. dizolvaţi în apa din celule şi care alcătuiesc sucul vacuolar şi citoplasmatic.

În timpul perioadei de diviziune şi de extensie celulară, acumularea de substanţă uscată este mai redusă comparativ cu acumularea apei şi din această cauză conţinutul în substanţă uscată solubilă este scăzut şi variază între 4 şi 6 %.

În perioada cuprinsă între 50 şi 70 de zile de la înflorit se intensifică uşor ritmul de acumulare în bace a substanţei uscate solubile, iar ritmul de acumulare devine foarte rapid după 75 zile de la înflorit, aşa după cum rezultă din datele obţinute de Cawton şi Morris (1982), prezentate în graficul din *figura 7.6.*

Conţinutul de substanţă uscată solubilă din bacele aflate în faza de maturitate deplină variază între 14 % (Afuz Ali) şi 22 % (Muscat d'Adda).

Glucidele reprezintă compuşii cu cea mai mare pondere în substanţa uscată solubilă şi sunt reprezentaţi în principal de glucoză (6,99 %) şi fructoză (7,04 %). În bacele nematurate predomină glucoză, în cele maturate conţinutul celor două glucide devine egal, pentru ca în faza de supramaturare să predomine fructoza (Coombe, 1987).

Alături de glucoză şi fructoză, în struguri au fost identificate şi alte glucide: zaharoză (sub 0,1 %), rafinoză, stahioză, melobioză maltoză şi galactoză. Conţinutul în zaharoză din strugurii de la *Vitis vinifera* este mai scăzut comparativ cu cel din strugurii proveniţi de la *Vitis rotundifolia* şi *Vitis labrusca* (0,2–5,0 %). De asemenea, conţinutul în

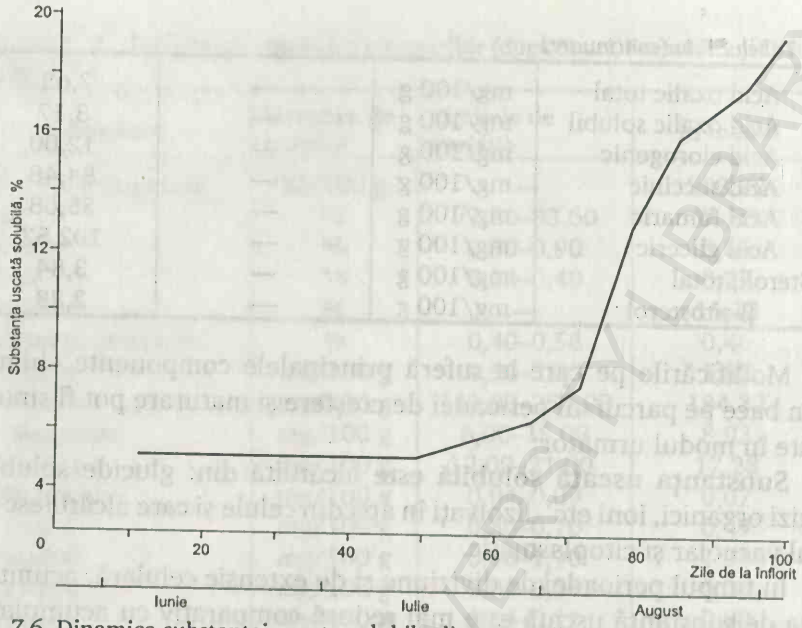


Fig. 7.6. Dinamica substanţei uscate solubile din strugurii soiului Concord (Cawton şi Morris, 1982)

zaharoză al mezocarpului este mai mic comparativ cu cel din epicarp (Coombe, 1987).

Poliglucidele se găsec, mai ales, în structura pereţilor celulari şi contribuie la realizarea fermităţii bacelor. Celuloza şi acizii poligalacturonici reprezintă 30–40 % din poliglucidele din pereţii celulari şi variază în funcţie de soi. Bacele soiului Ohanez, care au fermitate mare, au în pereţii celulari o matrice cu un conţinut mare de celuloză, xiloglucani şi hidroxiprolină. Bacele soiului Gordo, cu fermitatea mică, au în matricea pereţilor celulari un conţinut mare de galacturonani (Nunan ş.a., 1997).

În perioada de acumulare a glucidelor, bacele devin principalul centru spre care se transportă aceste substanţe, în detrimentul organelor în creştere. Forma de transport a glucidelor o reprezintă zaharoza, care este hidrolizată în bace la glucoză şi fructoză, în prezenţa enzimei invertază, care îşi intensifică activitatea în această perioadă (During şi Alleweldt, 1984).

Transportul glucidelor se realizează preferenţial prin fasciculele vasculare periferice şi centrale şi din această cauză conţinutul în he-

xoze este mai mare în epicarp şi în zona centrală a bacelor (Kriedemann, 1969).

Acumularea glucidelor solubile în bace prezintă două maximumuri, unul după 5–10 zile de la înflorirea deplină şi al doilea după 40–60 de zile de la înflorit (Coombe, 1960). În ultima perioadă a fazei de maturare, conţinutul de glucide solubile din bace creşte de la 4 % la 20 % (Scienza, 1978).

Proveniența glucidelor este diferită. Astfel, ponderea provine din procesul de fotosinteză care se desfăşoară în frunze, o parte mai mică este produsă în procesul de fotosinteză care se desfăşoară în bacele verzi, iar o cantitate mică provine din procesul de gluconeogeneză, care are la bază acizii organici. Existența procesului de gluconeogeneză a fost dovedită de Hardy (1968), care a alimentat cu malat radioactiv bacele verzi, detaşate, provenite de la soiul Sultanina şi a constatat că 5 % din radioactivitate se află în glucide.

Conţinutul de glucide solubile din bace poate fi sporit cu 4,8–4,9 %, prin aplicarea tratamentelor foliare cu gibereline (Lilov, 1964).

Conţinutul în glucide solubile al bacelor este mai scăzut în cazul soiurilor viguroase, cultivate în condiţii de luminozitate scăzută, la care s-au aplicat doze mai mari de îngrăşăminte minerale şi în cazul în care perioada de vegetaţie s-a caracterizat prin temperaturi scăzute şi precipitaţii abundente. S-a constatat, de asemenea, că acumularea glucidelor solubile în bace este influenţată şi de raportul dintre suprafaţa foliară ce revine unui gram de fruct. Prin creşterea suprafeţei foliare ce revine unui fruct de la 4 la 8 cm^2 s-a determinat creşterea intensă a acumulării glucidelor reducătoare în bace, în timp ce creşterea valorii acestui raport de la 8 la 22 cm^2 a determinat o creştere relativ scăzută a acumulărilor de glucide în fructe (Kliewer şi Weaver, 1971).

Amidonul nu a putut fi dozat prin metode biochimice, dar observaţiile efectuate la microscopul electronic de către autori au pus în evidenţă prezenţa unor granule izolate în celulele mezocarpului bacelor.

Substanţele proteice se găsesc în cantitate mică în bace şi variază între 0,50 şi 0,90 %.

Conţinutul în proteine se apreciază prin dozarea azotului din bace prin metoda Kjehldal, iar valoarea obţinută se multiplică cu coeficientul 6,25. Acumularea azotului, respectiv a substanţelor proteice în bace, are trei maximumuri: unul după înflorit, când bacele au

mărimea unei seminţe de mazăre, al doilea cu o lună mai târziu, la începutul procesului de maturare şi ultimul după două săptămâni (Lohrentz, 1988 şi Schaller ş.a., 1990). În a doua perioadă se transportă şi aminoacizii liberi (arginină, prolină etc.) din rădăcini spre fructe. Înainte de recoltarea strugurilor, cca 50 % din azotul prezent în organele anuale sau 25 % din azotul total se află în struguri.

Cantitatea totală de azot, raportată la 100 g substanţă uscată, scade pe tot parcursul perioadei de vegetaţie.

Conţinutul de aminoacizi liberi din bace reprezintă, după Kliewer (1970), 50 % din azotul total, în timp ce Schaller ş.a.(1990) au constatat că aceştia variază între 17 şi 25 % din conţinutul total de azot. În timpul trecerii de la faza de pârgă la cea de maturitate, conţinutul bacelor în arginină şi prolină creşte de aproximativ 6 ori (Kliwer, 1970). După Juhasz (1985), conţinutul de prolină din bace creşte pe parcursul procesului de maturare de 25–30 de ori, probabil, ca urmare a sintezei prolinei din alţi aminoacizi.

Pe măsura creşterii conţinutului în proteine al bacelor, conţinutul în amoniu scade.

Fertilizarea abundentă cu azot a viţelor soiului Merlot a determinat creşterea conţinutului de aminoacizi din bace şi din must şi, mai ales, a argininei (Delas ş.a., 1992), în funcţie de portaltoiul utilizat *(Tabelul 7.2.)*.

Lipidele se găsesc în cantităţi reduse în bace, cantităţi ce variază între 0,10 şi 0,40 % (Souci, Fachmann şi Kraut, 1981).

Cherrad şi Lavaud (1992) au analizat conţinutul în acizi graşi din seminţele a patru genotipuri de *Vitis*. Cel mai mare conţinut a fost determinat în ordine în genotipurile americane, apoi în cele sălbatice, în genotipurile asiatice şi în soiurile de *Vitis vinifera*. Conţinutul în acid palmitic, stearic, oleic şi linoleic a fost aproape similar în toate genotipurile. Dintre aceştia ponderea o deţine acidul linoleic (75 % din total), iar acidul linolenic a fost identificat doar sub formă de urme.

Analiza compuşilor sterolici efectuată de Le Fur ş.a. (1994), la soiul Chardonnay, a evidenţiat prezenţa β-sitosterolului, camposterolului, stigmasterolului şi lanosterolului. Cantitatea totală de steroli din bacele strugurilor este în medie de 3,84 mg/100 g ţesut proaspăt.

β-Sitosterolul este principalul fitosterol din bacele strugurilor şi reprezintă 75–89 % din cantitatea totală de steroli. Pe parcursul procesului de maturare conţinutul în fitosteroli din bacele strugurilor scade, ca urmare a biodegradării lor.

Tabelul 7.2. **Compuşii azotaţi din mustul strugurilor din soiul Merlot**

Portaltoiul	SO4		3 309		Riparia	
Azot, kg/ha/an	0	100	0	100	0	100
Azot total, mg/l	436	682	495	737	437	709
Acid aspartic, mg/l	35	47	43	77	41	50
Treonină, mg/l	36	71	35	83	27	75
Serină, mg/l	40	39	42	58	33	35
Acid glutamic, mg/l	97	114	102	140	86	123
Prolină, mg/l	881	1574	1293	1842	1117	1654
Alanină, mg/l	85	120	81	157	75	116
Valină, mg/l	26	32	31	39	24	31
Fenilalanină, mg/l	6	10	8	11	6	11
Acid γ-aminobutiric, mg/l	58	67	55	71	47	74
Lizină, mg/l	8	12	8	25	8	12
Histidină, mg/l	6	10	6	12	6	10
Arginină, mg/l	330	731	379	813	244	725

Acizii organici din bacele mature variază cantitativ în funcţie de soi între 0,89 şi 1,42 %. Ponderea o deţine acidul malic (430,0 – 650,0 mg/100 g) şi acidul tartric (390,0 – 670,0 mg/100 g). Alţi acizi organici identificaţi în bacele strugurilor sunt: acidul citric, succinic, fumaric, acetic, glicolic, lactic, aconitic, quinic, shikimic şi mandelic (Winkler ş.a., 1974).

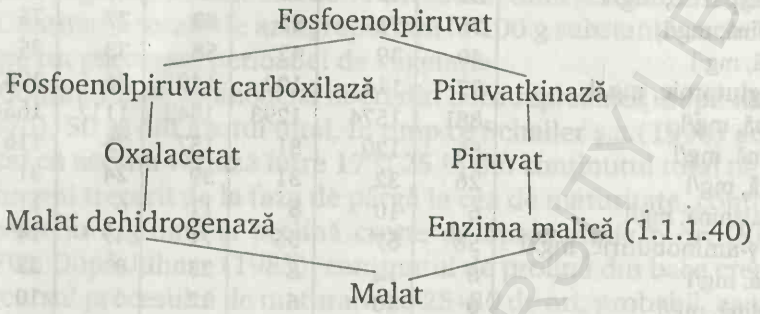
Acumularea acizilor organici în bacele viţei de vie are loc în etapele timpurii ale procesului de creştere şi maturare a acestora, când de altfel aciditatea titrabilă are valoarea maximă.

Acidul malic se sintetizează în cloroplastele şi citoplasma celulelor din frunze şi fructe. Acidul tartric se sintetizează din acid ascorbic (Saito şi Kasai, 1969), înainte ca bacele să ajungă în faza de pârgă şi scade cantitativ pe parcursul procesului de maturare. Sinteza are loc în toate organele plantei şi este mai intensă în frunzele cu expoziţia nordică şi la temperaturi coborâte. Kliewer (1964) a tratat frunzele cu $^{14}CO_2$ şi a constatat că 50 % din radioactivitate se află în acizii organici din bacele verzi, 10 % în cele mature, iar diferenţa a fost încorporată în glucide.

Calculând conţinutul de acid tartric dintr-o bacă, s-a constatat că valoarea rămâne constantă pe parcursul procesului de creştere a strugurilor. Aceasta se datoreşte ritmului asemănător în care are loc creşterea bacelor şi biosinteza acidului tartric (Iland şi Coombe, 1988). Depozitarea acidului tartric se face în vacuolă, sub formă de

acid liber, iar după Winkler ş.a. (1974) şi sub formă de tartrat de potasiu, iar în ideoblaste se găseşte şi sub formă de tartrat de calciu.

Acidul malic se sintetizează în ciclul Krebs sau din fosfoenolpiruvat, având ca produşi intermediari oxalatul sau piruvatul, conform schemei:



Acidul malic se acumulează în timpul formării bacelor şi scade cantitativ pe parcursul procesului de maturare. Scăderea conţinutului în acid malic în perioada de maturare a strugurilor şi creşterea conţinutului în glucide a condus la ipoteza că acest acid este utilizat în procesul de gluconeogeneză (Ruffner ş.a.,1975).

Pe parcursul procesului de maturare, conţinutul în acizi organici din bace scade ca urmare a utilizării lor în procesul de respiraţie, a neutralizării, a utilizării lor în procesele de biosinteză sau a diluţiei produse de acumularea apei în timpul procesului de creştere a bacelor. Dovada utilizării acizilor organici în procesul de respiraţie îl constituie modificarea cătului respirator. Astfel, valoarea cătului respirator în perioada de pârgă este 1, ceea ce dovedeşte că în această etapă sunt utilizate glucidele ca substrat în procesul de respiraţie.

Cele mai mici valori ale conţinutului în acizi organici s-au determinat în faza de maturitate, când valoarea cătului respirator creşte la 1,4, ceea ce indică faptul că acizii organici sunt utilizaţi ca substrat în procesul de respiraţie. Aceste concluzii corespund cu cele obţinute de Cawton şi Morris (1982), care au constatat că pe parcursul procesului de creştere şi maturare, aciditatea titrabilă a strugurilor soiului Concord scade de aproximativ 6,4 ori *(Fig. 7.7.)*. Koch şi Alleweldt (1978) au determinat scăderi ale valorii acidităţii titrabile de 4,1 ori, pe parcursul procesului de creştere şi maturare a strugurilor din soiul Bacchus.

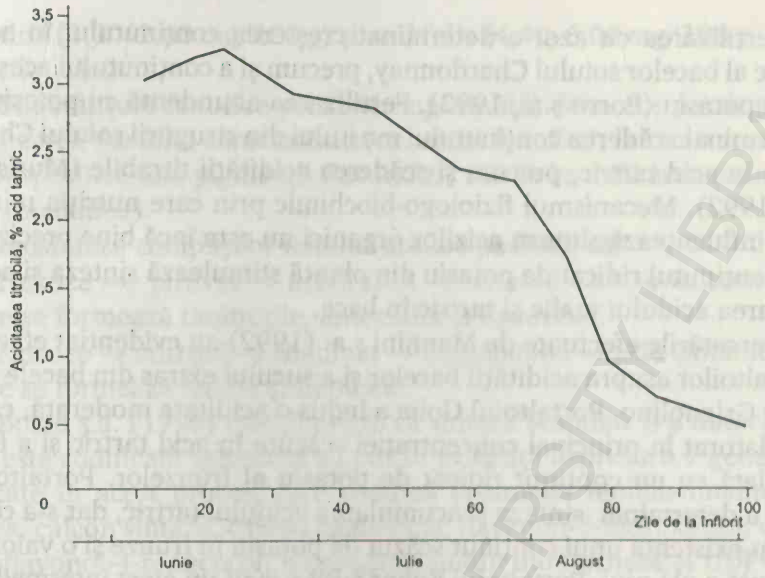


Fig. 7.7. Dinamica acidităţii titrabile din struguri, soiul Concord (Cawton şi Morris, 1982)

Acidul malic prezintă cele mai mari scăderi cantitative pe parcursul procesului de maturare. Este urmat de acidul tartric, iar acidul citric are cea mai mare stabilitate.

Ruffiner ş.a. (1984) au constatat că biodegradarea acidului malic este în corelaţie cu activitatea enzimei malic dehidrogenază.

Palejwala ş.a. (1985) au precizat că acizii organici pot fi utilizaţi în procesul de gluconeogeneză, dar nu s-a putut aprecia contribuţia acestui proces la creşterea conţinutului în glucide în timpul procesului de maturare.

Factorii mediului şi agrotehnica aplicată au o influenţă evidentă asupra acidităţii titrabile din bace.

Temperaturile scăzute stimulează sinteza acizilor organici şi acumularea acestora în bace, în timp ce temperaturile ridicate inhibă acest proces (Winkler ş.a., 1974).

Nutriţia abundentă cu azot şi potasiu conduce la creşterea conţinutului în acizi organici din bace (Champagnol, 1986), în timp ce calciul stimulează sinteza acidului tartric (Ruffner, 1982). Failla ş.a. (1992) au constatat că efectul stimulator al nutriţiei minerale asupra creşterii acidităţii titrabile din bace se manifestă numai după faza de pârgă.

Fertilizarea cu azot a determinat creşterea conţinutului în acid malic al bacelor soiului Chardonnay, precum şi a conţinutului acestora în potasiu (Porro ş.a., 1992). Fertilizarea abundentă cu potasiu a determinat scăderea conţinutului mustului din strugurii soiului Chasselas în acid tartric, precum şi scăderea acidităţii titrabile (Murisier ş.a.,1992). Mecanismul fiziologo-biochimic prin care nutriţia minerală influenţează sinteza acizilor organici nu este încă bine precizat.

Conţinutul ridicat de potasiu din plantă stimulează sinteza şi acumularea acidului malic şi tartric în bace.

Cercetările efectuate de Mannini ş.a. (1992) au evidenţiat efectul portaltoilor asupra acidităţii bacelor şi a sucului extras din bacele soiului Grignolino. Portaltoiul Golia a indus o aciditate moderată, care s-a datorat în principal concentraţiei scăzute în acid tartric şi a fost corelată cu un conţinut ridicat de potasiu al frunzelor. Portaltoiul SO4 a determinat sinteza şi acumularea acidului tartric, dar s-a constatat existenţa unui conţinut scăzut de potasiu în frunze şi o valoare scăzută a pH-ului. Portaltoiul Kober 5 BB a avut un efect intermediar asupra acidităţii sucului extras din struguri.

Iland şi Coombe (1992) au constatat că desimea frunzelor are o influenţă mare asupra acidităţii bacelor. Prezenţa unui număr mare de frunze pe viţele soiului Shiraz a determinat acumularea unei cantităţi ridicate de potasiu în bacele aflate în faza de pârgă şi a unui conţinut scăzut în acid malic, începând cu momentul în care acumularea glucidelor a ajuns la 7^0 Brix.

Irigarea constituie o măsură agrotehnică care poate modifica aciditatea mustului. Astfel, Giorgessi ş.a. (1992) au constatat că aportul hidric abundent determină creşterea acidităţii titrabile din strugurii soiului Sauvignon şi, în special, a acidului malic. Irigarea cu apă salină (3,5 dS/m), în 4 etape pe parcursul perioadei de vegetaţie, a condus la modificarea conţinutului în acid malic şi tartric din strugurii soiului Colombard (Stevens ş.a., 1992). Acumularea acidului tartric a fost influenţată atât de irigaţiile cu apă salină aplicate înainte, cât şi după înflorit, în timp ce acumularea acidului malic a fost influenţată numai de irigarea efectuată înainte de înflorit.

Vitaminele variază în limite largi în funcţie de natura acestora. Ponderea o deţine acidul ascorbic (vitamina C), care în funcţie de soi variază între 2,00 şi 7,40 mg/100 g material proaspăt (Souci, Fachmann şi Kraut, 1981). Conţinutul în vitamina B_1 (0,03–0,06 mg/100 g), B_2 (0,01–0,04 mg/100 g), B_6 (1,00–2,00 mg/100 g), vitamina PP (0,15–0,30 mg/100 g) şi vitamina B_5 (0,05–0,08 mg/100 g),

biotină (1,00–2,00 mg/100 g) şi acid folic (4,40–6,00 mg/100 g) este relativ scăzut.

Substanţele fenolice prezintă importanţă, deoarece participă la realizarea gustului caracteristic (ex. acizii fenolici), la realizarea culorii specifice (ex. pigmenţii flavonoizi) sau la brunificarea ţesuturilor (melanine).

Biosinteza compuşilor fenolici are loc pe două căi:

Hexoze → piruvat → acetil CoA → malonil CoA → calcone din care se formează taninurile, antocianii şi flavonolii.

Hexoze → eritroză → shikimat → fenilalanină → acid cinamic din care se formează fenolii şi ligninele.

Bosso ş.a. (1996) menţionează că sinteza fenolilor şi a antocianilor este codificată genetic şi au pus în evidenţă expresia a 7 gene implicate în acest proces, care codifică enzimele: fenilalaninamoniu liaza, calcon sintaza, calcon izomeraza, flavanon-3-hidroxilaza, dihidroflavonol-4-reductaza, leucoantocianidin dioxigenaza şi UDP-glucozo flavonoid 3-O-glucozil transferaza. Expresia acestor gene, cu excepţia ultimei, a fost identificată în flori şi epicarpul bacelor, după 4 săptămâni de la înflorit, iar după 6–8 săptămâni s-a constatat diminuarea expresiei acestor gene. După 10 săptămâni de la înflorit s-a constatat o nouă intensificare a expresiei acestor gene, exceptând fenilalaninamoniu liaza, creştere ce coincide cu sinteza antocianilor.

În mezocarpul bacelor nu a fost identificată expresia genelor care codifică enzimele fenilalaninamoniu liaza şi UDP-glucozo flavonoid 3-O-glucozil transferază.

Cercetările efectuate de Jeandet ş.a. (1995) au stabilit că enzima calcon sintază implicată în sinteza antocianilor poate concura cu stilben sintaza, enzima ce catalizează sinteza fitoalexinei reveratrol. Aceasta poate explica scăderea concentraţiei acestei fitoalexine în perioada de maturare a strugurilor, când se realizează un maximum de sinteză a antocianilor.

Compuşii fenolici simpli se biosintetizează în plastide, după care trec în citoplasmă. O parte din aceştia se acumulează în vacuole, în timp ce alţii pătrund în vezicule mici, situate în citoplasmă, în care se sintetizează dimerii şi trimerii care stau la baza antocianilor şi a altor pigmenţi flavonici. Pigmenţii din aceste vezicule denumite impropriu antocianoplaste pot fi eliberaţi în vacuolă printr-un proces de pinocitoză sau pot rămâne în aceste vezicule. Kataoka şi Nakatoh (1996) au identificat în bacele mature ale soiurilor Campbell Early, Muscat

Baily vezicule sferice cu diametrul de circa 10 mm, conţinând pigmenţi antocianici.

Determinările efectuate de Darne (1993) l-au condus la ipoteza că biosinteza antocianilor din bace are la bază o fracţiune de taninuri care s-a acumulat în seminţe şi epicarp, înaintea fazei de pârgă. În bacele senescente se pare că antocianii se sintetizează direct din glucide pe calea: ciclul pentozofosfat–eritroză–ciclul acidului shikimic–acid cinamic–antociani.

Substanţele fenolice identificate în struguri au fost grupate în două categorii:

- Fenoli şi substanţe înrudite, altele decât flavonoidele, dintre care cele mai răspândite sunt: acidul p-hidroxibenzoic, vanilic, protocatehic, galic, shikimic, quinic, cafeic, ferulic, clorogenic etc.
- Flavonoizi, dintre care cei mai răspândiţi sunt:

Catehinele (flavan-3-ol), cu principalii reprezentanţi: epicatehina şi galocatehina.

Flavan-3,4-diol, cu reprezentanţii: leucoantociani şi taninuri condensate.

Antociani, reprezentaţi de : malvidin-3-glucozid, peonoidin-3-glucozid, malvidin-3,5-diglucozid, delfinidin-3-glucozid, petunidin-3,5-diglucozid etc.

Flavonoli şi flavone, din care fac parte: izoquercetina, quercetina, mircen-glucozid, kampferol-glucozid etc.

Concentraţia în compuşi fenolici din bace scade pe parcursul procesului de maturare, în urma unor procese de oxidare şi polimerizare. În strugurii coloraţi s-a constatat însă creşterea conţinutului în substanţe fenolice în perioada de maturare, creştere cauzată de biosinteza şi acumularea antocianilor.

Singletion şi Eseau (1969) au precizat că cele mai mari cantităţi de substanţe fenolice se acumulează în epicarpul bacelor şi în seminţe, aşa după cum rezultă din datele prezentate în *tabelul 7.3.*

Taninurile, care rezultă din condensarea flavanilor, au fost identificate liber în vacuole, legate de poliglucide în pereţii celulari şi de proteinele constitutive de pe faţa internă a tonoplastului (Armani Joutei ş.a., 1994).

Ribereau-Gayon (1983) a urmărit distribuţia antocianilor în diferite specii de *Vitis* şi a constatat următoarele:

- Malvidin-3 glucozidul este principalul constituent colorat din strugurii speciei *Vitis vinifera*, cu toate că reprezintă doar 36 % din can-

Tabelul 7.3. **Distribuţia fenolilor în bace, mg/kg**

Ţesutul	Soiuri roşii	Soiuri albe
Epicarp	1 859	904
Parenchim fără suc	41	35
Suc celular	206	176
Seminţe	3 525	2 778
Total	5 631	3 893

titatea totală de pigmenţi. Alături de acest pigment se găsesc derivaţi ai cianidinei delfinidinei, petunidinei şi peonoidinei.

– Derivaţii monometilaţi şi antocianidin diglucozizii predomină în speciile americane de viţă de vie.
– În bacele speciei *Vitis vinifera* nu a putut identifica prezenţa diglucozidelor, dar aceşti compuşi sunt caracteristici pentru *Vitis riparia, Vitis labrusca* şi *Vitis rupestris* şi reprezintă un caracter care se transmite ereditar.

Wenzel ş.a. (1987) au determinat conţinutul în antociani din bacele a 50 de soiuri de viţă de vie, iar pe baza rezultatelor obţinute le-a clasificat în 5 grupe:

- Grupul *Pinot*, ale cărui bace conţin în medie 3,0 % cianidin-3-glucozid, 23,6 % peonoidin-3-glucozid, 8,4 % delfinidin-3-glucozid, 8,6 % petunidin-3-glucozid şi 57,0 % malvidin-3-glucozid.
- Grupul *Trollinger*, ale cărui bace conţin în medie 37,7 % cianidin-3-glucozid, 26,7 % peonoidin-3-glucozid, 9,1 % delfinidin-3-glucozid, 6,6 % petunidin-3-glucozid, 2,6 % 3-glucozid acetat şi 2,1 % peonoidin sau malvidin-3-glucozid cumarat.
- Grupul *Malvidin* au bacele cu următorul conţinut mediu de antociani: 2,9 % cianidin-3-glucozid, 12,3 % peonoidin-3-glucozid, 11,9 % delfinidin-3-glucozid, 9,9 % petunidin-3-glucozid, 44,7 % malvidin-3-glucozid şi 8,5 % 3-glucozid acetat şi 8,6 % peonoidin sau malvidin-3-glucozid cumarat.
- Soiuri cu compoziţia similară care conţin: 5,9 % cianidin-3-glucozid, 13,9 % peonoidin-3-glucozid, 16,5 % delfinidin-3-glucozid, 10,6 % petunidin-3-glucozid, 29,4 % malvidin-3-glucozid, 12,3 % 3-glucozid acetat şi 8,7 % peonoidin-3-glucozid acetat.
- Grupul hibrizilor care conţin în proporţii asemănătoare antocianidin-3-monoglucozide şi antocianidin-3,5-diglucozide.

Singlèton şi Eseau (1969) au stabilit următoarea compoziţie a antocianilor pentru soiurile de struguri cu bacele negre: 514 mg/kg

malvidin-3-glucozid, 27 mg/kg malvidin-3-glucozid cumarat, 23 mg/kg peonoidin-3-glucozid, 2 mg/kg petunidin-3-glucozid şi 2 mg/kg delfinidin-3-glucozid.

Conţinutul în substanţe fenolice/bacă creşte pe parcursul procesului de maturare a strugurilor. În schimb, conţinutul în fenoli din 100 g bace scade ca urmare a faptului că ritmul de creştere a bacelor este mai mare comparativ cu intensitatea procesului de biosinteză a fenolilor.

Dinamica conţinutului în compuşi fenolici al bacelor prezintă variaţii în funcţie de natura acestora. Din sinteza efectuată de Singleton şi Eseau (1969) rezultă că pe parcursul procesului de maturare conţinutul seminţelor în d-catehină scade, cel de galocatehină aproape se dublează, iar epicatehin galatul apare în epicarp doar la maturitate. Conţinutul în acid quinic rămâne constant, dar acidul shikimic scade în timpul maturării strugurilor.

Ribereau-Gayon (1982) a constatat că substanţele tanoide se acumulează pe parcursul procesului de maturare a strugurilor soiului Cabernet Sauvignon. Pe parcursul a două luni, în perioada august–septembrie, conţinutul în substanţe tanoide a crescut de la 0,42 g/200 bace la 0,75 g/200 bace.

Flavonolii au fost identificaţi în cantităţi mici în soiurile cu struguri roşii şi sunt reprezentaţi de kampferol-3-glucozid, quercetin-3-glucozid, quercetin-3-glucuronid şi mircetin-3-glucuronid (Ribereau-Gayon, 1964).

Conţinutul în antociani este de aproximativ 0,2 mg/bacă la începutul lunii septembrie şi este de 1,6 mg/bacă la maturitate. Conţinutul în antociani, exprimat în mg/cm^2 epicarp, prezintă o creştere mai evidentă în luna august şi ceva mai lentă până la recoltare, aşa după cum rezultă din datele obţinute de Scienza ş.a. (1978) prezentate în *figura 7.8.*

Antocianii se biosintetizează în faza a treia de creştere, adică în perioada în care creşte conţinutul de glucide din bace şi se acumulează în primele 3 până la 6 celule subepidermice (Kataoka ş.a., 1983).

Conţinutul în antociani din strugurii soiului Shiraz a avut valoarea maximă la 20–30 de zile după începutul maturării (1 mg/bacă) şi a scăzut după 50 de zile de la începutul acestui proces la 0,7 mg/bacă (Somers, 1976). În cazul soiului Cabernet Sauvignon, conţinutul în antociani a crescut în perioada august–septembrie de la 0,02 g/200 bace la 0,31 g/200 bace (Ribereau-Gayon, 1983). Flanzy ş.a. (1972)

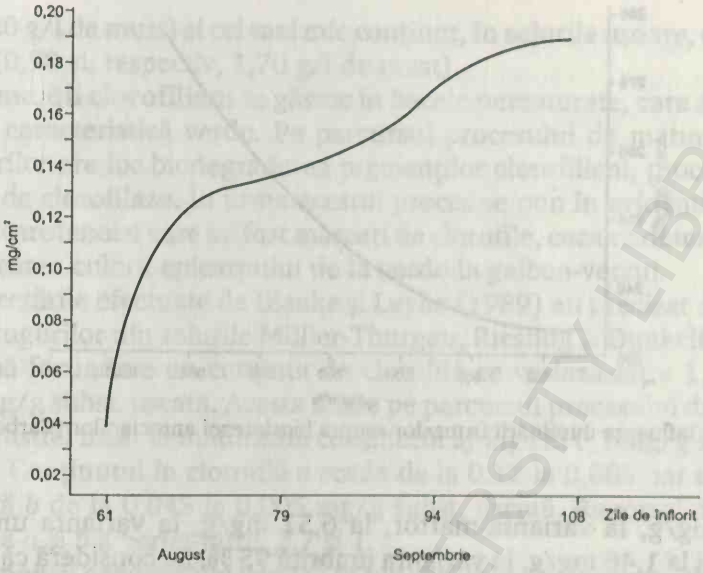


Fig. 7.8. Acumularea antocianilor în epicarpul bacelor din soiul Cabernet Sauvignon mg/cm^2 (Scienza ş.a., 1978)

au determinat conţinutul în antociani din bacele maturate a nouă soiuri de struguri cultivaţi în zona Bordeaux (mg/100 bace), constatând următoarele limite de variaţie: Aramon 471 mg, Cisnault 706 mg, Grenache 1 033 mg, Tempranillo 1 427 mg, Carignan 1 496 mg, Mourvede 1 316–1 740 mg, Syrah 2 526 mg, Alicante Bouschet 4 402 mg şi Seibel 8357 la care s-au determinat 7 815 mg/100 bace.

Mannini ş.a. (1992) au urmărit influenţa a trei portaltoi: Golia, 125 BB şi SO4, asupra conţinutului în compuşi fenolici a strugurilor din soiul Grignolino. Rezultatele analitice au evidenţiat diferenţe nesemnificative, astfel conţinutul în pigmenţi flavonoizi a variat între 930 şi 967 mg/kg, iar cel de antociani între 319 şi 341 mg/kg bace.

Cei mai importanţi factori care influenţează biosinteza antocianilor sunt lumina şi temperatura. Pigmentarea bacelor este stimulată de intensitatea luminoasă mare *(Fig. 7.9.)*, care măreşte ritmul de transformare a leucoantocianilor în antociani (Carbonneau, 1987).

Expunerea bacelor soiului Pinot noir la radiaţiile solare directe a determinat creşterea conţinutului epicarpului în substanţe fenolice (Price ş.a., 1992). De asemenea, s-a constatat o creştere semnificativă a conţinutului în pigmenţi flavonoizi şi, în special, în quercetin glicozizi. Gao şi Cahoon (1994) au constatat că umbrirea plantei de viţă de vie determină scăderea conţinutului bacelor în antociani de la

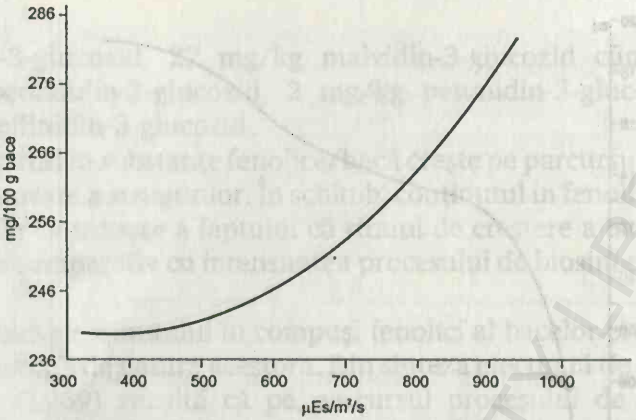


Fig. 7.9. Influenţa iluminării frunzelor asupra biosintezei antocianilor (Carbonea, 1987)

7,21 mg/g, la varianta-martor, la 6,51 mg/g, la varianta umbrită 55 % şi la 1,46 mg/g, la varianta umbrită 95 %. Se consideră că lumina stimulează procesul de fotosinteză şi deci acumularea glucidelor, care reprezintă compuşii primari utilizaţi în sinteza antocianilor.

Temperatura ridicată stimulează sinteza antocianilor şi deci colorarea strugurilor. Depăşirea pragului optim de temperatură induce diminuarea sintezei antocianilor. Astfel, Kliever (1970) a constatat că soiurile Cardinal şi Pinot noir, expuse la temperatura de 20 °C, au avut un conţinut semnificativ mai mare de compuşi fenolici comparativ cu strugurii din aceleaşi soiuri expuse la temperatura de 30 °C. Rezultate similare au obţinut Buttrose ş.a. (1971), care au constatat că strugurii soiului Cabernet Sauvignon cultivaţi la temperatura de 20 °C au de 2–3 ori mai mulţi antociani comparativ cu cei cultivaţi la temperatura de 30 °C.

Fertilizarea reprezintă un alt factor care are efecte importante asupra coloraţiei strugurilor. Fertilizarea în exces cu azot reduce intensitatea coloraţiei bacelor cu 23 % (Singleton şi Eseau, 1969) comparativ cu variantele nefertilizate. Fertilizarea cu fosfor şi potasiu stimulează acumularea substanţelor tanoide, în timp ce carenţa de azot stimulează biosintaza antocianilor. Irigaţiile şi precipitaţiile abundente reduc conţinutul bacelor în aceste substanţe.

Guilloux (1981) a urmărit influenţa tipului de sol asupra acumulării antocianilor şi a substanţelor tanoide în bacele strugurilor soiului Merlot. Cel mai mare conţinut în antociani şi substanţe tanoide a fost determinat în strugurii cultivaţi pe soluri grele (1,50 şi, respec-

tiv, 2,20 g/l de must) şi cel mai mic conţinut, în solurile uşoare, calcaroase (0,90 şi, respectiv, 1,70 g/l de must).

Pigmenţii clorofilieni se găsesc în bacele nematurate, care au culoarea caracteristică verde. Pe parcursul procesului de maturare a strugurilor are loc biodegradarea pigmenţilor clorofilieni, proces catalizat de clorofilaze. În urma acestui proces se pun în evidenţă pigmenţii carotenoizi care au fost mascaţi de clorofile, ceea ce determină modificarea culorii epicarpului de la verde la galben-verzui.

Cercetările efectuate de Blanke şi Leyhe (1989) au precizat că bacele strugurilor din soiurile Müller-Thurgau, Riesling şi Dunkelfelder au după fecundare un conţinut de clorofilă ce variază între 1,40 şi 1,75 mg/g subst. uscată. Acesta scade pe parcursul procesului de maturare, astfel încât la maturitate conţinutul ajunge la 0,1 mg/g subst. uscată. Conţinutul în clorofilă *a* scade de la 0,12 la 0,005, iar cel de clorofilă *b* de la 0,045 la 0,005 mg/g subst. uscată. Raportul dintre clorofila *a* şi *b* a variat între 2,7 şi 1.

Pigmenţii carotenoizi variază în funcţie de soi şi de gradul de maturitate. Conţinutul în pigmenţi carotenoizi din bacele mature a 14 soiuri de *Vitis vinifera* variază între 8 şi 25 mg/100 g ţesut proaspăt (Razungles ş.a., 1987). Principalii pigmenţi carotenoizi din bacele strugurilor sunt β-carotenul, care reprezintă 37 %, şi luteina, care reprezintă 52 % din totalul acestor pigmenţi. În cantitate mai mică se află şi lutein-5,6-epoxid, violaxantină şi neoxantină.

Substanţele volatile sunt constituite din compuşi intermediari ai metabolismului, care dau naştere aromei caracteristice şi sunt reprezentate de cca 700 de compuşi (Gunata ş.a.,1985), dintre care pot fi menţionate: hidrocarburile alifatice şi aromatice, alcoolii, fenolii, aldehidele, cetonele, esterii, eterii, terpenele, substanţele azotate etc.

Seymour, Taylor şi Tucker (1993) menţionează că *Vitis labrusca* şi *Vitis rotundifolia* au o aromă pronunţată, în timp ce *Vitis vinifera*, cu excepţia grupului Muscat, au o aromă delicată.

Aroma fixată caracteristică pentru *Vitis labrusca* se datoreşte prezenţei metil antranilatului (Winkler ş.a., 1974).

Ribereau-Gayon (1968) a constatat că principalele substanţe volatile din strugurii soiului Cabernet Sauvignon fac parte din monoterpenele oxigenate şi sunt reprezentate în principal de linalol (433 mg/ml) şi geraniol (421 mg/ml).

Baumer ş.a. (1994) au precizat că aroma strugurilor Muscat se datoreşte prezenţei a cca 70 de terpene, peste 4 000 de substanţe terpenoide şi 1 000 sesquiterpene, care provin din biodegradarea

glicozizilor. Principalele monoterpene sunt geraniolul şi linalolul, care se găsesc în stare liberă sau glicozilată.

Sefton ş.a. (1994) au identificat 213 compuşi volatili în sucul extras din strugurii soiului Sauvignon blanc. Dintre aceştia compuşii alifatici reprezintă 33 % din totalul compuşilor volatili, monoterpenele — 18 %, compuşii izoprenoizi — 27 %, compuşii benzenici — 20 % şi produşii de biodegradare a carotenilor — 0,5 %.

Gomez ş.a. (1994) au constatat că atât substanţele volatile libere, cât şi cele legate sunt localizate în epicarpul strugurilor Cabernet Sauvignon, Monastrell şi Trempanillo. Astfel, conţinutul mediu în substanţe volatile libere a variat: 38–51 % în epicarp, 31–36 % în mezocarp şi 17-26 % în suc. Substanţele volatile legate din epicarpul strugurilor au reprezentat 16 % din totalul substanţelor volatile legate, la soiul Cabernet Sauvignon, 63 % la soiul Trempanillo şi 58 % la soiul Monastrell.

Dintre substanţele volatile libere se găsesc în cantitate mai mare: hexanol, hexanal şi alcool izoamilic, iar dintre cele legate: α-terpineol, linalol şi 2-feniletanol. Soiul Cabernet Sauvignon s-a caracterizat printr-un conţinut scăzut în substanţe volatile libere şi conţinut de substanţe volatile legate comparativ cu conţinutul total al acestora.

Versini ş.a. (1994) au constatat că în strugurii soiului Traminer se află o cantitate mai mare din următoarele terpene: nerol + citronelol, geraniol, esterul metilic al acidului transgeranic şi al acidului farnesoic, farnesol şi doi izomeri ai α-farnesenului.

Daudt şi Ough (1982) au determinat modificările conţinutului în amine volatile din strugurii soiului Cabernet Sauvignon şi Chenin blanc, care au loc pe parcursul procesului de maturare. Metilamina a fost determinată în cantitate mai mare în etapa timpurie a procesului de maturare şi scade la niveluri foarte coborâte la realizarea maturităţii. Etilamina creşte substanţial în timpul maturării, în timp ce dimetilamina şi izoamilamina au modificări de concentraţie nesemnificative pe durata acestei perioade. Dietilamina creşte cantitativ la mijlocul sezonului de maturare a strugurilor soiului Cabernet Sauvignon şi apoi descreşte, dar rămâne aproape constantă la soiul Chenin blanc.

În faza de maturitate, strugurii soiului Cabernet Sauvignon, Chenin blanc, White Riesling şi Pinot noir au 500, 180, 850 şi 145 ml/l metilamină, 45, 10, 25 şi 35 ml/l dimetilamină, 2, 5, 700 şi 160 ml/l izoamilamină, 4, <1, 200 şi 25 mg/l de 2-pentilamină şi între < 1 şi 3 mg/l de 2-metil-1-butilamină.

Rapp şi Ringlage (1989) au identificat în aroma strugurilor a 60 de soiuri următorii compuşi principali: hexilocetat, hexanol, cis-3-hexen-1-ol, trans-2-hexen-1-ol, trans linaloloxid, cis linaloloxid, citronelol, geraniol şi 1,4-butandiolmonoacetat.

Substanţele minerale, ca de altfel majoritatea componentelor substanţei uscate, prezintă modificări în funcţie de organ, natura substanţei şi fenofază.

Buşin (1957) a stabilit că din cantitatea totală de substanţe minerale absorbite de viţa de vie, 18,5 % din azot, 54,1 % din fosfor şi 40,1 % din potasiu se acumulează în bace. Cantitatea totală de elemente minerale din bace variază, după Souci Fachmann şi Kraut (1981), între 0,40 şi 0,58 %, iar dintre acestea ponderea o deţin potasiul (140–250 mg/100g), fosforul (13,0–30, 0 mg/100 g) şi calciul (12,0–21,0 mg/100 g).

Doneche şi Chardonnet (1992) au urmărit acumularea substanţelor minerale în cursul procesului de creştere şi maturare a strugurilor soiului Cabernet Sauvignon. Cantitatea de cationi din bace creşte în faza de maturitate de 15 ori în cazul potasiului şi de 2 ori în cazul calciului şi magneziului comparativ cu conţinutul din bacele nematurate.

Comparând conţinutul de substanţe minerale din epicarp şi mezocarp, s-au constatat următoarele diferenţe: conţinutul în calciu este de 3,3 ori mai mare în epicarp, iar conţinutul de potasiu şi magneziu este de 1,55 ori, respectiv, de 1,92 ori mai mic comparativ cu conţinutul din mezocarp.

Teissedre ş.a. (1994) au determinat conţinutul în plumb din 33 de probe de struguri, provenite din diferite zone din Franţa. Cel mai mare conţinut s-a constatat la soiurile Grenache şi Cisnault (130,2 şi, respectiv, 116,0 μg/kg). Conţinutul mediu de plumb din bace a avut valoarea: 52,8 μg/kg şi a variat în diferitele părţi ale unei bace în următoarele limite: 89,6 μg/kg în exocarp, 30,9 μg/kg în mezocarp şi 351,6 μg/kg în seminţe.

7.3.6 Abscisia bacelor

Abscisia reprezintă un proces coordonat genetic prin intermediul hormonilor. Etilena este principalul hormon reglator al procesului de cădere a bacelor, iar acidul abscisic se pare că are doar un efect secundar, în timp ce auxina reprezintă principalul hormon inhibitor al acestui proces.

Conţinutul în acid abscisic nu a putut fi corelat cu procesul de abscisie a bacelor.

Desprinderea bacelor de peduncul este determinată de intensitatea activităţii enzimelor pectice şi a celulazei. Acest proces se manifestă în timpul maturării pe plantă, printr-o desprindere mai uşoară a bacelor. În schimb în timpul păstrării, la unele soiuri sensibile se constată desprinderea în masă a bacelor de pe rahis, aşa cum este cazul soiului Afuz Ali.

Cercetările efectuate de Wolf şi Bellsteldt (1992) au precizat că tratamentele cu acid giberelic 30 ppm, când bacele au avut diametrul de 7 mm, întârzierea depozitării la frig cu 24 ore, cât şi maturarea strugurilor, au condus la creşterea procentului de bace desprinse. Abscisia bacelor a fost diminuată de stresul hidric şi de tratamentele cu CCC, dar aceste tratamente au inhibat şi procesul de creştere a bacelor.

7.3.7. Factorii care influenţează producţia de struguri

Producţia de struguri este determinată de numărul inflorescenţelor de pe butuc, numărul de flori dintr-o inflorescenţă, procentul de flori legate şi de greutatea medie a bacelor. Toţi aceşti factori fiziologici sunt în strânsă dependenţă de măsurile tehnologice aplicate şi de acţiunea factorilor ambianţi.

Producţia de struguri variază şi în funcţie de potenţialul biologic al soiurilor. Astfel, soiurile viguroase: Rkaţiteli, Galbenă de Odobeşti, Băbească neagră, Afuz Ali, Italia, Cardinal etc. dau producţii de 15–22 t/ha, în timp ce soiurile: Pinot, Tămâioasă românească, Grasă de Cotnari, Cabernet Sauvignon, Traminer etc. dau producţii mai mici, variind între 5 şi 10 t/ha (Georgescu ş.a., 1991).

Producţia de struguri, care reprezintă fitomasa utilă, reprezintă 23–35 % din fitomasa totală produsă de strugurii soiului Merlot (Cazacu, 1998).

Sistemul de conducere influenţează semnificativ producţia de struguri. Carboneau ş.a. (1978) au constatat că producţia de must la strugurii soiului Cabernet Sauvignon, provenită de la 10 variante de conducere, a variat între 43 şi 63 hl /ha.

Budan (1974) a realizat o producţie de 11,47 t/ha la soiul Fetească regală condus sub formă de cordon Sylvoz şi 15,52 t/ha la viţele din acelaşi soi, cu forma de conducere Guyot pe semitulpină.

Defolierea se consideră că ameliorează expunerea la lumină, facilitează deplasarea aerului şi reduce atacul de boli, ceea ce are influenţe asupra producţiei de struguri şi a calităţii acestora. Viţa de vie are potenţial de creştere care trebuie divizat între creşterea vegetativă şi cea generativă.

Înlăturarea timpurie a frunzelor principale determină stimularea creşterilor laterale şi formarea unui număr mai mare de frunze, care au o suprafaţă totală egală cu a viţelor nedefoliate. Defolierea este compensată parţial şi prin creşterea intensităţii procesului de fotosinteză, creştere ce se evidenţiază până în faza de prepârgă. Reducerea excesivă a suprafeţei foliare sub 10 cm^2/g determină diminuarea acumulării substanţei uscate şi implicit a calităţii fructelor (Kliewer şi Weraver, 1972).

Miller ş.a. (1993) au urmărit efectul tăierii viţelor din soiul Concord la 90 şi 120 de muguri asupra producţiei şi calităţii acesteia. S-a constatat că producţia a crescut proporţional cu numărul de muguri, în schimb calitatea acesteia a fost corelată invers proporţional cu numărul acestora.

Coombe ş.a. (1974) au constatat că defolierea viţelor afectează negativ creşterea şi dezvoltarea strugurilor. Cercetările efectuate de Koblet ş.a. (1994) la soiul Pinot noir, altoit pe portaltoiul 101-14 Mgt, cu sistemul de conducere dublu Guyot, au urmărit efectul înlăturării frunzelor de la baza lăstarilor, în proporţie de 0, 12,6, 47,2, 67,7 şi 82,1 % (respectiv, a 0, 2, 4, 6, 8 şi 10 frunze), la 6 săptămâni după înflorit. S-a constatat că producţia totală a scăzut pe măsură ce s-a redus suprafaţa foliară, iar greutatea strugurilor a scăzut de la 163 g la 137 g.

Candolfi-Vasconcelos şi Koblet (1990) au constatat că acumularea glucidelor în bace este dependentă de suprafaţa frunzelor active (constituite în principal din frunzele laterale), în timpul perioadei de maturare. Înlăturarea frunzelor după legarea fructelor are un efect redus asupra fructelor, deoarece plantele pot stimula creşterea lăstarilor şi refacerea suprafeţei foliare. Frunzele rămase pe plantă au avut un conţinut mai mare de clorofilă şi o intensitate fotosintetică mai mare, datorită probabil creşterii conductibilităţii mezofilului şi a stomatelor. Senescenţa şi abscisia frunzelor este întârziată.

Plantele defoliate acumulează mai puţin amidon în organele perene, iar în condiţii de defoliere şi stres, 32 % din cantitatea de glucide din rădăcină şi butuc sunt retranslocate în struguri.

Perioada critică de defoliere este limitată la 2–3 săptămâni după înflorit, deoarece determină reducerea fertilităţii mugurilor în anul următor.

Morrison şi Noble (1990) au urmărit efectul pe care îl are umbrirea frunzelor asupra compoziţiei strugurilor din soiul Cabernet Sauvignon. S-a constatat că rata creşterii bacelor şi acumularea glucidelor a fost încetinită în strugurii la care frunzele au fost umbrite, iar conţinutul în acid malic şi potasiu a fost mai mare.

Tratamentele cu CCC conduce la diminuarea intensităţii fotosintezei şi intensifică procesul de respiraţie, ceea ce determină o acumulare redusă a glucidelor în bace (Ionescu, 1987).

Murisier (1988) a constatat că tratamentele cu CCC (1, 2, şi 3 l/ha) au sporit numărul de struguri de pe un butuc şi implicit producţia. De asemenea, Iannini (1974) a stabilit că tratamentele cu CCC (2,5 p.a/l) au redus numărul de inflorescenţe, dar a crescut numărul de flori, a scăzut ritmul de creştere a mugurilor, ceea ce a permis acumularea în cantităţi mai mari a glucidelor în bace.

Auxina aplicată foliar în concentraţie de 10–15 mg/l a asigurat sporuri de producţie de 42, respectiv 36%, la soiul Riesling italian, comparativ cu martorul netratat (Oşlobeanu şi Mujdaba, 1957). Aceste sporuri de producţie s-au datorat pornirii unui număr mai mare de ochi în vegetaţie, îmbunătăţirii coeficientului de fertilitate şi creşterii în greutate a strugurilor.

Acidul giberelic se aplică numai la inflorescenţe, datorită faptului că efectul se manifestă numai la organele tratate. Davidescu ş.a. (1964) au precizat că soiurile normal hermafrodite (Chasselas doré, Perla de Csaba) reacţionează negativ la tratamentele cu gibereline. Soiurile cu flori funcţional femele şi cele apirene reacţionează favorabil la tratamentele cu acid giberelic în concentraţie de 200 mg/l, aplicat cu 1–2 săptămâni înainte de înflorit, prin creşterea greutăţii medii a ciorchinilor, a bacelor şi deci a producţiei.

Tratamentele foliare cu gibereline în concentraţie de 100 mg/l, aplicate înainte de înflorit, favorizează creşterea în lungime a ciorchinilor, în timp ce stropirile aplicate după înflorit, stimulează creşterea dimensiunii bacelor la soiurile Kişmiş alb şi Kişmiş negru (Georgescu şi Indriaş, 1972).

Tratamentele efectuate de Daris (1966) la soiul Perlette, cu sarea de sodiu a acidului giberelic(50 ppm), a determinat creşterea foarte semnificativă a bacelor comparativ cu variantele netratate sau tratate înainte de înflorit.

Etephonul (200–600 ml/l), aplicat foliar când bacele au diametrul de 2–4 mm, a redus producţia de struguri, fără a afecta însă calitatea acestora (Murisier, 1988).

Încărcătura de muguri pe rod de pe un butuc are un efect important asupra producţiei de struguri, dar nu întotdeauna creşterea producţiei este corelată cu numărul de muguri de rod. Astfel, dublarea numărului de muguri de rod de la 6 la 12 a determinat creşterea producţiei cu numai 30 %. După Murisier şi Ziegler (1992), aceasta se datoreşte scăderii fertilităţii mugurilor. De asemenea, conţinutul în glucide scade proporţional cu creşterea încărcăturii de pe butuc. Rezultate similare a obţinut şi Diofasi (1995), la soiul Riesling, cultivat în condiţiile din Ungaria. Creşterea încărcăturii de muguri a determinat diminuarea semnificativă a conţinutului în glucide al mustului şi, în general, a calităţii strugurilor.

BCU "ASICENTRAL UNIVERSITARY

Capitolul 8
Fiziologia postrecoltă a strugurilor

Strugurii, ca de altfel toate organele plantelor, sunt alcătuiţi din celule vii care îşi continuă procesele metabolice şi după recoltare, pe tot parcursul procesului de păstrare şi comercializare. Raportul dintre procesele anabolice şi cele catabolice se modifică astfel încât dacă pe parcursul procesului de creştere şi maturare predomină anabolismul, după recoltare predomină procesele de catabolism. Intensitatea acestor procese este dependentă de însuşirile de soi, de condiţiile în care au fost recoltaţi strugurii şi, mai ales, de factorii mediului din timpul procesului de valorificare.

Strugurii se recoltează la maturitatea deplină, când au realizat însuşirile gustative optime şi un conţinut ridicat de glucide. Ca urmare, obiectivul principal îl constituie reducerea pierderilor cantitative pe durata procesului de valorificare, cu alte cuvinte, se urmăreşte menţinerea valorii comerciale şi alimentare.

Procesele de anabolism scad ca intensitate după recoltarea strugurilor. Fotosinteza poate continua cu intensitate redusă, dacă este prezentă clorofila şi lumina. Continuă, de asemenea, şi procesul de reînnoire a proteinelor, dar cu intensitate din ce în ce mai redusă, precum şi acumularea de compuşi intermediari ai metabolismului, care formează aroma caracteristică strugurilor.

Procesele de catabolism predomină pe parcursul perioadei postrecoltă, intensitatea acestora variind în funcţie de condiţiile de mediu, gradul de maturitate şi de însuşirile de soi.

Acest fapt este bine evidenţiat de intensitatea **procesului de respiraţie**. Astfel, din cercetările efectuate de Burzo (1986) a rezultat că intensitatea acestui proces a fost în medie de 3,0 mg CO_2/kg/h

la temperatura de 0 °C, 5,2 mg CO_2 la 5 °C, 10,1 mg CO_2 la 10 °C, 14,2 mg CO_2 la 15 °C şi 25,0 mg CO_2/kg/h la temperatura de 20 °C.

Intensitatea procesului de respiraţie variază şi în funcţie de gradul de maturare a strugurilor la recoltare. Astfel, strugurii recoltaţi mai timpuriu, când conţinutul de substanţă uscată solubilă a fost de 14 %, au avut intensitatea procesului de respiraţie la 0 °C de 1,8 mg CO_2/kg/h, iar cei recoltaţi la 18 % substanţă solubilă au avut intensitatea acestui proces de 1,4 mg CO_2/kg/h. La temperatura de 25 °C, diferenţa dintre intensitatea procesului de respiraţie a celor două probe a fost de 7,8 mg CO_2/kg/h.

Însuşirile de soi reprezintă un alt factor important care determină intensitatea procesului de respiraţie a strugurilor în perioada postrecoltă. Cercetările efectuate de Popa (1982) au precizat că strugurii soiurilor Italia, Ohanes şi Afuz Ali au o intensitate respiratorie redusă, în timp ce soiurile Regina nera, Muscat d'Adda şi Alphonse Lavallée s-au caracterizat printr-o intensitate respiratorie sporită.

Procesul de transpiraţie are intensitate mărită imediat după recoltare. Pe parcursul păstrării la temperatura de 0° C şi 85 % umiditate relativă a aerului, intensitatea acestui proces scade ca urmare a concentrării sucului celular. În momentul în care bacele au pierdut 5–8 % din conţinutul de apă se manifestă o pierdere evidentă a turgescenţei, ceea ce determină declasarea lor calitativă.

Desfăşurarea proceselor fiziologo-biochimice pe tot parcursul perioadei postrecoltă a strugurilor conduce la modificarea calităţii acestora.

Conţinutul în glucide prezintă o creştere pe parcursul perioadei postrecoltă, dacă exprimarea se face la materialul proaspăt. Aceasta se datoreşte faptului că utilizarea glucidelor solubile ca substrat respirator este mai redusă comparativ cu pierderea apei prin procesul de transpiraţie şi concentrarea sucului celular. Creşterea conţinutului în glucide ca urmare a concentrării sucului celular este de 2,8 % în cazul soiului Afuz Ali păstrat 120 de zile la temperatura de 0 °C şi 1,8 % în cazul soiului Muscat d'Adda păstrat 80 de zile la aceeaşi temperatură.

În cazul în care rezultatele se exprimă la 100 g substanţă uscată, conţinutul în glucide prezintă o scădere lentă pe tot parcursul perioadei de păstrare şi comercializare.

Aciditatea titrabilă a strugurilor variază la recoltare între 0,60 şi 1,00 % acid tartric. Pe parcursul perioadei de păstrare în condiţii de temperatură coborâtă (0°C), aciditatea titrabilă a strugurilor scade ca

urmare a utilizării lor în procesul de respiraţie, datorită neutralizării sau a transformării lor în alţi compuşi organici. Dintre acizii organici se biodegradează mai uşor acidul malic, urmează în ordine acidul tartric şi apoi acidul citric.

Diminuarea conţinutului în acizi organici este dependentă şi de însuşirile de soi, variind între 0,02 % acid tartric la soiul Italia păstrat 180 de zile la 0 ^{0}C şi 0,06 % acid tartric la soiul Muscat d'Adda păstrat 80 de zile la aceeaşi temperatură.

În unele cazuri s-a constatat şi creşterea acidităţii titrabile cu 0,05-0,10 % acid tartric, aşa cum este cazul soiurilor Muscat de Hamburg, Coarnă neagră şi Raisin de Calabre (Popa, 1982). Această creştere se datoreşte metabolizării incomplete a substratului respirator în ciclul Krebs şi a acumulării acizilor organici produşi.

Conţinutul în acid ascorbic al strugurilor variază la recoltare între 3,8 şi 6,5 mg/100 g ţesut proaspăt. Cele mai mari valori au fost determinate la soiurile Regina nera şi Coarnă neagră şi cele mai mici valori la soiurile Muscat de Hamburg, Muscat d'Adda şi Italia.

Pe parcursul perioadei de păstrare s-a determinat scăderea conţinutului în acid ascorbic, ca urmare a oxidării acestuia în prezenţa enzimei ascorbinoxidază. Scăderea conţinutului în acid ascorbic variază, în general, între 27,8 % din cantitatea iniţială în cazul soiului Afuz Ali păstrat 120 de zile în condiţii frigorifice şi 65,8 % la soiul Muscat de Hamburg, păstrat 60 de zile în aceleaşi condiţii. Fac excepţie soiurile: Italia, Muscat d'Adda şi Raisin de Calabre, la care scăderea conţinutului în acid ascorbic a variat între 9,3 % în cazul primului soi păstrat 180 de zile la 0°C şi 13,5 % la ultimul soi, care a fost păstrat timp de 75 zile la temperatura de 0°C şi 85 % umiditate relativă a aerului.

Conform cercetărilor efectuate de Popa (1982), după 120 de zile de păstrare a strugurilor în condiţii frigorifice, pierderile în greutate determinate de desfăşurarea procesului de transpiraţie şi respiraţie variază între 11,3 şi 13,4 %.

BIOLOGIE

Capitolul 9
Influenţa factorilor de stres asupra proceselor fiziologice din viţa de vie

Factorii mediului situaţi în afara limitelor optime reprezintă factori de stres, care au, în general, un efect negativ asupra proceselor fiziologice din plante.

Temperatura, umiditatea, intensitatea luminoasă etc. în limite extreme reprezintă factori de stres. Acţiune similară au şi agenţii poluanţi din mediul înconjurător. Efectul acestor factori variază în limite mari în funcţie de caracteristicile de soi, din acest punct de vedere remarcându-se soiuri rezistente sau puţin rezistente la acţiunea unui factor de stres.

Prezintă importanţă, de asemenea, fenofaza în care acţionează factorul stresant. De exemplu, temperaturile negative care nu determină îngheţul coardelor în perioada de repaus vegetativ pot să determine îngheţul acestora în timpul perioadei de vegetaţie.

Efectul factorilor de stres variază şi în funcţie de intensitatea şi durata de acţiune a acestora. Astfel, scăderea treptată a temperaturii determină îngheţul extracelular al apei, care are mai puţine efecte negative comparativ cu îngheţul intracelular, care are loc la aceeaşi temperatură, dar prin scăderea bruscă a acesteia.

Evaluarea factorilor de stres se poate aprecia prin modificarea valorilor unor indicatori fiziologici, biochimici sau tehnologici. Dintre indicatorii fiziologici pot fi utilizaţi: intensitatea procesului de respiraţie, transpiraţie, fotosinteză, permeabilitatea membranelor plasmatice, potenţialul hidric foliar, activitatea unor enzime specifice, modificarea presiunii osmotice, a presiunii de turgescenţă etc.

Ca indicatori biochimici se utilizează frecvent modificările conţinutului în glucide solubile, acizi organici, antociani, fenoli, clorofilă, ioni, acid ascorbic, substanţe volatile, raportul substanţă uscată solubilă/aciditate titrabilă etc.

Principalii indicatori tehnologici sunt: greutatea a 100 bace, uşurinţa desprinderii de pe rahis, conţinutul în suc a 100 bace.

9.1. Stresul hidric

Stresul hidric se manifestă atât în condiţii de secetă, cât şi de exces de umiditate.

Seceta are repercusiuni asupra procesului de creştere, cât şi a celui de maturare, reflectându-se, în final, în producţia realizată şi calitatea acesteia.

Rezistenţa la secetă reprezintă un caracter genetic, care se transmite la urmaşi, ceea ce permite clasificarea portaltoilor şi a soiurilor din acest punct de vedere. Pongracz (1983) a făcut următoarea clasificare a portaltoilor privind rezistenţa la secetă:

- rezistenţă mare: 140 Ruggeri, 1103 Paulsen;
- rezistenţă medie: 5 BB, 41 B, 1 616 C;
- rezistenţă mică: Riparia gloire, SO4;
- rezistenţă foarte mică: Rupestris du Lot, Fercal.

Rezistenţa soiurilor de viţă de vie la secetă implică mecanisme diferite, dar, în general, prin modificarea activităţii metabolice, plantele urmăresc să menţină sau să amelioreze starea hidrică a celulelor. During şi Scienza (1980) clasifică soiurile de viţă de vie în funcţie de potenţialul hidric foliar, care generează forţa de absorbţie a apei spre frunze şi care indică totodată şi umiditatea solului la care se manifestă simptomele de ofilire. Din acest punct de vedere, soiurile de viţă de vie pot fi clasificate în modul următor:

- soiuri cu rezistenţă foliară mică la secetă, cu potenţialul hidric foliar cuprins între –5,3 şi –7,4 bari: Riesling, Muscat blanc, Barbera etc.;
- soiuri cu rezistenţă foliară medie la secetă cu potenţialul hidric foliar cuprins între –8,3 şi –9,6 bari: Pinot noir, Müller Thurgau, Muscat de Alexandria şi Sauvignon;
- soiuri cu rezistenţă foliară mare la secetă, cu potenţialul hidric foliar cuprins între –11,5 şi –13,8 bari: Chasselas, Flame Seedless şi Silvaner;

During (1987) a constatat că soiul Riesling, tolerant la secetă, are o elasticitate mare a ţesuturilor din frunze. Acestea îşi pierd turgescenţa doar după ce au eliminat cantităţi mari de apă, ceea ce împiedică scăderea producţiei în etapele timpurii ale procesului de ofilire. După stresuri hidrice repetate, acest soi realizează o ajustare osmotică care menţine turgescenţa celulelor. În aceste condiţii, conductibilitatea scăzută a frunzelor este corelată cu conductibilitatea scăzută a stomatelor.

Simptomele prin care se manifestă seceta variază în funcţie de intensitatea acesteia. În general, se constată moartea extremităţilor rădăcinii situate în zonele aride, încetinirea sau încetarea procesului de creştere a rădăcinilor, lăstarilor şi a frunzelor, îngălbenirea frunzelor de la baza plantei şi, în final, căderea acestora.

După Meriaux ş.a. (1974), efectul secetei este dependent de fenofaza în care se produce. Stresul hidric precoce reduce numărul bacelor, dar creşte greutatea medie a acestora. Stresul hidric produs în perioada de maturare nu are însă efecte asupra masei producţiei.

În perioada de pârgă, seceta determină diminuarea ritmului de acumulare a glucidelor, ceea ce reduce valoarea comercială a acestora.

Viţa de vie este capabilă să-şi ajusteze potenţialul osmotic când este expusă la stres hidric, cu participarea glucozei şi a fructozei. De asemenea, are loc hidroliza amidonului, în urma căreia rezultă noi molecule de glucoză, precum şi modificarea conţinutului în aminoacizi (During, 1984).

Zamboni şi Iacono (1988) menţionează că plantele se protejează la secetă prin reducerea creşterii frunzelor, sporirea rezistenţei stomatelor şi diminuarea potenţialului hidric.

Reglarea osmotică în cazul stresului hidric poate fi influenţată de:
- rapiditatea cu care se instalează stresul hidric;
- intensitatea stresului;
- condiţiile mediului;
- caracteristicile genetice ale viţelor.

Stresul hidric are efecte mai severe în cazul în care se produce rapid, are intensitate mare şi este însoţit de condiţii care îi accentuează efectele, aşa cum sunt temperaturile ridicate. Stresul hidric afectează mai sever viţele altoite comparativ cu cele nealtoite. Astfel, în cazul viţelor altoite s-a constatat scăderea intensităţii fotosintezei nete, a intensităţii procesului de transpiraţie, lungimii lăstarilor, numărului de frunze şi a suprafeţei foliare. Substanţa uscată din lăstari a fost

mai mică cu 68 %, iar cea din rădăcini cu 37 %, ţinând cont de faptul că substanţa uscată din vițele nealtoite este mai mare în medie cu 44 % faţă de cele nealtoite (Ruhl, 1981).

Stresul hidric reduce şi dimensiunile celulelor din ţesuturile aflate în faza de creştere. În urma unei secete de 4 săptămâni, intensitatea fotosintezei nete revine la normal după 14 zile, în timp ce seceta de 8 săptămâni diminuează ireversibil procesul de fotosinteză în proporţie de 22 % (Ruhl şi Alleweldt, 1983). Intensitatea procesului de transpiraţie în cele 14 zile de recuperare este mai mică cu 15 % comparativ cu cea a frunzelor provenite de la plantele aprovizionate normal cu apă. Raportul dintre intensitatea procesului de fotosinteză şi transpiraţie este mai mare cu 29 %. S-a constatat, de asemenea, că vițele altoite suferă mai mult în condiţii de secetă comparativ cu cele care au rădăcini proprii.

Liu ş.a. (1978) au constatat că la un potenţial hidric foliar de –16 bari se realizează închiderea stomatelor, iar intensitatea procesului de fotosinteză se reduce la 1–5 mg $CO_2/dm^2/h$. Stresul hidric prelungit (peste 14 zile) sau stresul sever care determină realizarea unui potenţial hidric foliar de –16 bari induce creşterea concentraţiei de acid abscisic din frunze la 2,5 mg/kg, precum şi închiderea stomatelor. Acidul abscisic joacă în cazul stresului hidric rolul unui semnal chimic între rădăcină şi frunze. Cel de al doilea semnal este de natură hidrică şi constă în scăderea fluxului de apă din xilem, ceea ce determină reducerea turgescenţei celulelor epidermice.

Chaves ş.a.(1995) au constatat că valoarea conductibilităţii stomatelor de la plantele cultivate în condiţii de stres hidric se corelează cu conţinutul în acid abscisic existent în seva brută. Dar variaţia diurnă a conductibilităţii stomatelor nu a putut fi corelată cu variaţia concentraţiei acestui hormon şi este independentă de temperatura şi umiditatea relativă a aerului. Autorii consideră că în acest proces intervin şi alţi factori, aşa cum este ritmul circadian. Peterlunger s.a. (1994) au constatat că în cazul soiului Cabernet Sauvignon, cultivat în sol în care apa disponibilă a reprezentat 80, 30 şi 15 % , conţinutul în acid abscisic din rădăcini a fost de 3 500, 4 700 şi, respectiv, 8 400 ng/g subst. uscată. Stresul hidric moderat stimulează însă ritmul de maturare a strugurilor (Failla şi Dilio, 1994).

Bartolome ş.a. (1992) menţionează că deficitul hidric are o influenţă inhibitoare asupra procesului de fotosinteză, transpiraţie şi a conductibilităţii stomatelor, dinamica acestor procese prezentând variaţii în funcţie de faza în care s-a produs stresul. Deficitul hidric pre-

coce induce mecanisme de rezistenţă, probabil de tip osmotic, care facilitează ca după încetarea stresului, intensitatea fotosintezei, transpiraţiei şi conductibilitatea stomatelor să revină la valori apropiate de cele normale.

Deficitul hidric influenţează şi acumularea substanţelor de rezervă în bacele strugurilor. Analizele efectuate de Lopes şi Castro (1992) au precizat că în condiţii de stres hidric, procesul de maturare a strugurilor este blocat, iar conţinutul de glucide din bace este foarte scăzut.

Pentru aprecierea efectului stresului hidric asupra plantelor de viţă de vie, Iacono ş.a. (1992) propun determinarea fluorescenţei clorofilei. Polos ş.a. (1992) au constatat că efectul stresului hidric poate fi evidenţiat printr-o fluorescenţă iniţială ridicată şi printr-un raport scăzut între fluorescenţa variabilă şi fluorescenţa maximă.

Matthews ş.a. (1992) au oprit aprovizionarea cu apă a viţelor din soiul Riesling timp de 13 zile, constatând o creştere a rezistenţei hidrice a tulpinii şi umplerea unor vase lemnoase cu aer. Prin emisia unui semnal acustic şi captarea acestuia cu un receptor piezoelectric racordat la un selector ce permite evitarea interferenţelor cu zgomotele de fond ale mediului s-a putut determina potenţialul hidric. Între emisia acustică şi potenţialul hidric există un coeficient de corelaţie semnificativ (0,95).

Excesul de umiditate din sol determină condiţii de anaerobioză, care afectează în mod nefavorabil metabolismul rădăcinii. Butaşii înrădăcinaţi de viţă de vie, soiul Sultana expuşi la exces de umiditate timp de 3 zile au avut o creştere mai mică cu 45 % comparativ cu martorul, efect ce a persistat şi după înlăturarea excesului de apă (Stevens şi Prior, 1994). Conductibilitatea stomatelor scade de la 0,35 la 0,20 mol/m^2/s, iar intensitatea procesului de fotosinteză scade de la 8,54 la 6,61 μ mol/m^2/s.

În condiţiile unui sol inundat are loc trecerea respiraţiei de la calea aerobă la cea anaerobă, prin care acidul piruvic rezultat din ciclul glicolitic este metabolizat în citoplasmă cu formarea de aldehidă acetică şi alcool etilic.

Biodegradarea glucidelor pe această cale permite formarea a 2 mol de ATP, care pot fi utilizaţi în procesele de fotosinteză, ceea ce permite supravieţuirea plantelor o perioadă scurtă de timp.

În condiţii de anoxie, Tesniere ş.a. (1992) au identificat producerea unui nou ARNm, cât şi a unor noi polipeptide, dar nu s-a consta-

tat, ca şi la alte specii, creşterea activităţii alcool dehidrogenazei, aldolazei şi gliceraldehid-3-dehidrogenazei.

9.2. Stresul termic

Temperaturile prea coborâte, sau prea ridicate, pot avea efect stresant asupra plantelor de viţă de vie.

Temperaturile negative în limite caracteristice, care variază în funcţie de soi şi organul viţei de vie, pot să determine îngheţarea celulelor.

Rădăcinile viţei de vie îngheaţă la temperaturi cuprinse între –5,2°C şi –15,5°C. Guo Xiu-Wu ş.a. (1987) au determinat temperatura de îngheţ pentru unii portaltoi şi soiuri de viţă de vie, după cum urmează:

Teleki 5 A	– 8,7 °C	*Vitis amurensis* × *V. labrusca*	– 11,3 °C
SO 4	– 9,0	*Vitis vulpina*	– 11,4
Freedom	– 9,0	*Vitis amurensis* × *V. vulpina*	– 14,8
St. George	– 9,4	*Vitis amurensis*	– 15,5
Vitis vulpina 580	– 9,8	Muscat de Hamburg	– 5,2

Fenofaza în care acţionează temperaturile coborâte are o importanţă deosebită. Astfel, rezistenţa la îngheţ diferă, după Eifert (1975), în funcţie de etapa repausului vegetativ în care se manifestă temperaturile coborâte. Astfel, unele soiuri sunt mai sensibile la începutul perioadei de repaus vegetativ, altele la mijloc sau la sfârşitul acestei perioade. Clore, Wallace şi Fay (1974) au precizat că soiurile europene de viţă de vie rezistă la temperatura de –18°C, dacă se află în repaus vegetativ. Simptomele de îngheţ se pot manifesta la butuci la temperatura de –21 °C în luna ianuarie şi la –10 °C în luna mai.

Itier ş.a. (1991) au precizat că temperaturile de îngheţ, înainte de dezmugurit, variază între –7 şi –8 °C şi acestea cresc la –2 °C în perioada de înflorit.

During (1997) a constatat că mugurii soiului Riesling, recoltaţi în luna ianuarie, se aclimatizează rapid rezistând la temperaturi cuprinse între –17 şi –20 °C, în timp ce potenţialul de rezistenţă al mugurilor proveniţi de la soiul Silvaner a fost mai coborât (–14 °C).

În condiţiile din zona Bucureşti, Oprea şi Oprea (1976) au constatat că în perioada de repaus vegetativ (27 nov.), temperatura de –16,2 °C a afectat 21,01 % din mugurii soiului Fetească neagră şi 57,88 % din mugurii soiului Afuz Ali.

Mugurii porniţi în vegetaţie sunt mai sensibili, putând fi afectaţi de temperaturile cuprinse între –3,2 şi –4,2 °C (Stein şi Bachmann, 1982). S-au dovedit a fi mai sensibile soiurile Kerner, Riesling şi mai rezistente soiurile Optima, Bacchus şi Müller Thurgau.

Rezistenţa la îngheţ a viţei de vie este, după Constantinescu, Morlova şi Cosmin (1965), o însuşire de specie şi este dependentă de maturarea ţesuturilor.

După Kondo (1963), gradul de maturare al ţesuturilor se manifestă în formarea peridermei, îngroşarea şi lignificarea pereţilor celulari şi acumularea glucidelor solubile. Acest proces este reflectat şi de raportul dintre măduvă şi ţesuturile conducătoare, de lignificarea vaselor lemnoase şi de cantitatea de amidon acumulată. Se poate aprecia, în general, că cu cât celulele au dimensiunile mai mici şi ţesuturile mai compacte, rezistenţa la îngheţ creşte. După Pagasyan (1975), rezistenţa la îngheţ a ţesuturilor unei plante de viţă de vie de un an este următoarea:

xilem > cambiu > parenchim liberian > vase liberiene > mugurii de rezervă > mugurii principali.

Martin (1943) a constatat că temperatura de îngheţ a diafragmei variază între –5 şi –7 °C, mugurii de iarnă îngheaţă la temperaturi cuprinse între –15 şi –18 °C, coardele viţelor nobile îngheaţă la –22... –24 °C, iar portaltoii la –28... –30 °C.

Temperatura de îngheţ variază în limite mari în funcţie de soi. Soiurile originare din Europa de Vest sunt rezistente la temperaturi coborâte, maximumul de rezistenţă realizându-se la mijlocul iernii. Aşa sunt: *Vitis vinifera* conv. *occidentalis Negr.*, *Vitis vinifera* subconv. *gallica Nem.*

Soiurile provenite din Balcani sunt, în general, sensibile la temperaturi coborâte. Aşa sunt: *Vitis vinifera* convar. *pontica Negr.*, *Vitis vinifera* subconv. *balcanica Negr.* Soiurile provenite din sudul Europei sunt cele mai sensibile. Aşa sunt *Vitis vinifera* convar. *occidentalis Negr.*, *Vitis vinifera* subconv. *iberica Nem.*, *Vitis vinifera* convar. *pontica Negr.* şi *Vitis vinifera* subconv. *balcanica Negr.*

Kondo (1971) a clasificat soiurile de viţă de vie în patru categorii, în funcţie de rezistenţa la îngheţ.

- relativ rezistente: Riesling, Rkaţiteli, Cabernet şi Pinot noir;
- cu rezistenţă mijlocie: Furnicat;
- puţin rezistente: Malbec, Alatiko;
- nerezistente: Afuz Ali, Kişmiş, Kata Kurgan.

Ilie (1988) a constatat că soiurile nou-create la SCPVV Iaşi sunt relativ sensibile la ger, aşa cum sunt: Aromat de Iaşi, Alidor şi Ozana.

Popa ş.a. (1964) au precizat că cele mai rezistente soiuri la îngheţ sunt: Coarnă neagră, Cabernet Sauvignon, Pinot noir, Riesling italian, Riesling de Rin, Fetească albă, Aligote şi Perla de Csaba.

Chirilei, Mavromati şi Dorobanţu (1960) au constatat că soiurile Coarnă albă şi Cabernet Sauvignon au rezistat la temperaturi de –20 °C. Soiurile Traminer doré, Riesling italian, Pinot noir şi Casselas doré au avut rezistenţă medie la îngheţ, iar soiurile Afuz Ali şi Crâmpoşie sunt puţin rezistente.

Oşlobeanu ş.a. (1981) au realizat următoarea clasificare a soiurilor de viţă de vie, în funcţie de toleranţa lor la temperaturi scăzute în timpul iernii:

Soiuri pentru masă

–14...–16 °C: Cardinal, Perlette

–16...–18 °C: Alphonse Lavallée, Muscat Adda, Afuz Ali, Sultanina

–18...–20 °C: Perla de Csaba, Chasselas doré, Muscat de Hamburg, Italia, Bicane

–20...–22 °C: Coarnă neagră.

Soiuri pentru vinuri albe

–16...–18 °C: Saint Emilion

–18...–20 °C: Plăvaie, Galbenă de Odobeşti, Zghihară de Huşi, Frâncuşa, Roşioară, Mustoasă de Măderat, Iordană, Majarcă, Gros Sauvignon, Muscadelle, Neuburger

–20...–22 °C: Fetească albă, Fetească regală, Grasă de Cotnari, Steinschiller, Creaţă de Banat, Aligote, Riesling italian, Traminer roz, Petit Sauvignon, Chardonnay, Riesling de Rin

–22...–24 °C: Rkaţiteli, Pinot gris, Riesling de Rin.

Soiuri pentru vinuri roşii

–14...–16 °C: Aramon

–16...–18 °C: Merlot

–18...–20 °C: Băbească neagră, Cadarcă, Sangiovese

–20...–22 °C: Burgund mare, Oporto, Cabernet Sauvignon

–22...–24 °C: Pinot noir, Fetească neagră.

Soiuri pentru vinuri aromate

–18...–20 °C: Tămâioasă românească, Busuioacă de Bohotin

–22...–24 °C: Muscat Ottonel.

Brunsky şi Odneal (1983) au clasificat 47 de soiuri de viţă de vie din SUA în funcţie de rezistenţa la temperaturi cuprinse între –25 şi

–27 °C. Aprecierea s-a făcut pe baza secţionării mugurilor şi a aprecierii brunificării centrului acestora.

Zail (1987) şi Pool (1992) au subliniat faptul că rezistenţa la îngheţ a viţei de vie este determinată de factori genetici şi este influenţată de factorii de cultură. Kondo (1970) menţionează că rezistenţa la îngheţ este influenţată de condiţiile de temperatură ce preced perioada de îngheţ, iar Pool (1992) a constatat că acest proces este influenţat de durata fotoperioadei din timpul aclimatizării.

Wolpert şi Howel (1985) au constatat că mugurii principali şi coardele situate la exterior, care sunt expuse la lumină, au fost mai rezistente cu 6,0–6,5 °C faţă de cele situate spre interior care sunt slab expuse la lumină. Mugurii bazali de pe coarde au avut temperatura de îngheţ mai coborâtă cu 4,5 °C comparativ cu cei apicali.

Procesele fiziologo-biochimice care stau la baza rezistenţei la îngheţ sunt foarte complexe. Ramina şi Tonutti (1989) au scos în evidenţă faptul că rezistenţa la ger este controlată genetic şi se manifestă numai după ce planta a parcurs o perioadă de aclimatizare pe parcursul căreia are loc scăderea conţinutului de apă liberă din ţesuturi şi creşterea presiunii osmotice. Aceasta protejează celulele de formarea gheţii intracelulare.

După Pogosyan (1975), rezistenţa la temperaturile negative se realizează pe parcursul unui proces lung şi complicat, care îşi are începutul înainte de primul îngheţ. Achiziţionarea rezistenţei la îngheţ este legată de trecerea succesivă de la prima fază a rezistenţei la frig la cea de a doua, care se caracterizează prin acumularea glucidelor reducătoare, hidroliza amidonului, cât şi prin modificarea rezistenţei ţesuturilor la deshidratare şi de capacitatea lor de regenerare.

Mansfeld şi Howel (1981) subliniază că rezistenţa la ger se realizează când în perioada de vegetaţie sunt condiţii optime pentru fotosinteză şi pentru acumularea glucidelor în plante. Kondo şi Cernomoreţ (1970) au constatat că acumularea amidonului în coardele viţei de vie începe din floem şi numai ulterior se depozitează în xilem. O dată cu scăderea temperaturii are loc hidroliza amidonului începând cu floemul, maturarea lemnului fiind însoţită şi de acumularea ligninelor, care sporesc cu 5 % în perioada iulie–noiembrie.

Fogliani, Rosi şi Valli (1982) au precizat că gradul de lezare a mugurilor la temperaturi coborâte a fost influenţat de caracteristicile topografice şi pedologice ale parcelei, de tehnica de cultură şi de sistemul de conducere.

Fogliani ş.a. (1983) au făcut un studiu comparativ asupra metodelor pentru determinarea efectului temperaturilor coborâte asupra mugurilor. În acest scop pot fi utilizate:

- Testul histologic, care permite identificarea simptomelor de îngheţ prin brunificarea ţesuturilor şi formarea unor spaţii intercelulare.
- Testul de creştere, care este o metodă lentă, dar sigură şi urmăreşte capacitatea de creştere a mugurilor expuşi la temperaturi de îngheţ, în condiţii de temperatură optimă.
- Testul de capilaritate urmăreşte ascensiunea prin xilem a unei soluţii colorate. În ţesuturile îngheţate ascensiunea soluţiei este împiedicată de substanţele provenite din celulele moarte.
- Testul cu trifeniltetrazoliu clorid urmăreşte reducerea acestei substanţe în celulele vii, care se manifestă prin apariţia unei coloraţii roşii.
- Testul de permeabilitate se bazează pe ieşirea ionilor din celulele îngheţate, care au afectate membranele plasmatice. Îngheţul se manifestă prin ieşirea din celulele afectate, în apa de imersie, a unei cantităţi mai mari de ioni, care se determină conductometric.

La aceste teste Burzo (1986) propune adăugarea testului de conductibilitate electrică a ţesuturilor. Perforarea membranelor plasmatice de către cristalele de gheaţă formate în timpul îngheţului determină creşterea valorilor acestui parametru.

Modificarea temperaturii ţesuturilor este dependentă de conductibilitatea termică a acestora. Maierning ş.a. (1980), efectuând măsurători cu termicupluri implantate în butucii viţei de vie, au constatat că temperatura scade rar sub –20 °C, dar frecvent între –15 şi –20°C. Noaptea scăderea temperaturii este aproape uniformă pe toată secţiunea butucului, în timp ce ziua se constată o diferenţă de 8°C între zonele orientate spre nord şi cele orientate spre sud, determinată de expunerea la radiaţiile solare. Expunerea la temperaturi negative determină, în primul rând, îngheţul apei care se află sub formă de vapori în spaţiile intercelulare. Cristalele de gheaţă formate joacă rolul unor nuclee pe suprafaţa cărora îngheaţă şi apa care iese din celule. Ca urmare, sucul celular se concentrează, ceea ce determină scăderea temperaturii de îngheţ. La temperatura de –15°C poate să îngheţe 55 % din apa din celule, ceea ce determină creşterea cristalului de gheaţă cu 8–9 %. Aceasta poate să determine desprinderea celulelor una de alta sau ruperea pereţilor celulari.

Cantitatea de apă care îngheaţă este dependentă de nivelul temperaturii şi de cantitatea de substanţe osmotic active existente în ce-

lule. În general, soiurile rezistente la îngheţ au un conţinut mai ridicat de substanţe osmotic active şi mai scăzut în apă liberă.

Maierning ş.a. (1980) au constatat formarea cristalelor de gheaţă pe suprafaţa internă a xilemului, care nu este afectat şi în spaţiile dintre celule.

Andrews, Sandidge şi Toyama (1984) au determinat temperaturile la care 50 % din mugurii primari ai soiului Concord au fost lezaţi (T50). S-a constatat că pe măsură ce se apropie primăvara, temperaturile la care sunt afectaţi mugurii cresc. Astfel, în data de 3 ianuarie leziunile apar la temperatura de –23°C, în 17 februarie la –22,7°C, în 24 februarie la –22,3°C, în 3 martie la –22,6°C şi în 16 martie la –17,3°C.

Audran ş.a. (1993) au urmărit efectul temperaturilor cuprinse între +5°C şi –50°C asupra coardelor de *Vitis vinifera*, soiul Chardonnay. Cercetările efectuate au permis să se precizeze că la temperatura de –9°C are loc îngheţul extracelular, iar în limitele –17....–30°C are loc îngheţul intracelular. Observaţiile efectuate au stabilit că la temperatura de –10°C are loc degradarea parenchimului cortical şi a vaselor lemnoase, la –17°C se degradează vasele liberiene, iar la – 30°C, celulele medulare.

Leddet ş.a. (1993) au scăzut temperatura mugurilor de la viţele soiului Chardonnay, aflaţi în repaus vegetativ cu viteza de 1°C/min., în limitele +5°C...– 50°C şi au constatat existenţa a trei exoterme. Una are loc la –12,9°C şi este determinată de cristalizarea apei de la baza mugurului, a doua are loc la –17,0°C şi se datorează cristalizării apei din mugurul primar, iar cea de a treia la –21,4°C este datorată de cristalizarea apei din mugurul secundar.

Continuând acest gen de determinări, Dereuddre ş.a. (1993) au constatat că mugurii viţelor soiului Chardonnay nu prezintă modificări morfologice la începutul lunii mai, dar temperatura de iniţiere a celor trei exoterme creşte spre 0°C. La primele semne vizibile de creştere, exoterma a treia dispare. În timpul creşterii mugurului primar sporeşte progresiv temperatura de apariţie a celor două exoterme, pentru ca în final exoterma a doua să fuzioneze cu prima.

Rezistenţa la îngheţ a viţei de vie este dependentă de cantitatea de glucide acumulate în ţesuturi. Acest proces de adaptare la frig se realizează în două faze.

Prima fază de aclimatizare durează 14–20 de zile, iar condiţiile optime de temperatură variază între +2°C şi –3°C. În această perioadă la soiurile rezistente la îngheţ are loc hidroliza rapidă a amido-

nului din ţesuturile profunde, are loc biosinteza rafinozei şi a stahiozei şi creşte conţinutul ţesuturilor în apă legată (Pogasyan, 1975). Hamman ş.a. (1996) au analizat dinamica glucidelor solubile din coardele şi mugurii viţei de vie, soiurile Chardonnay şi Riesling, în timpul perioadei de iarnă. Din datele obţinute a rezultat că glucoza, fructoza, rafinoza şi stahioza se acumulează începând cu luna august şi până în lunile decembrie–ianuarie, pentru ca în continuare să prezinte o scădere până în lunile martie–aprilie. Conţinutul maxim al glucozei şi fructozei corespunde cu rezistenţa maximă la ger, în timp ce conţinutul în zaharoză nu a putut fi corelat cu acest indicator.

Temperatura optimă din faza a doua de aclimatizare la temperaturi coborâte este cuprinsă între –3°C şi –15°C, cu o creştere progresivă în 12 zile la –7°C. În aceste limite se formează gheaţa intracelulară care contribuie la deshidratarea celulelor şi la creşterea rezistenţei la îngheţ.

Speciile rezistente, ca de exemplu *Vitis amurensis*, pot să parcurgă această perioadă la temperaturi cuprinse între – 17... – 25 °C, în timp ce speciile europene nu suportă aceste condiţii.

Pogasyan (1975) menţionează că scăderea prelungită a temperaturii în limitele –3...–12 °C determină creşterea rezistenţei la temperaturi scăzute a viţelor cu 6 °C pentru formele europene. Scăderea prelungită a temperaturii la – 6...–30 °C, pentru formele rezistente la frig, asigură supravieţuirea mugurilor la temperaturi cuprinse între –35 şi –40 °C.

Răcirea rapidă a celulelor determină îngheţul intracelular, care conduce la deteriorarea ultrastructurii celulare. Rezultă deci că efectul îngheţului, dar şi realizarea capacităţii de rezistenţă la temperaturi coborâte sunt dependente de viteza de răcire a ţesuturilor.

Îngheţul lent determină mai întâi îngheţul vaporilor de apă din spaţiile intercelulare la temperatura de 0 °C. Primele cristale de gheaţă formate constituie puncte de subrăcire şi condensare care acţionează ca nişte pompe ce absorb apa din celule, mărindu-şi volumul. În acelaşi timp, sucul celular se concentrează şi temperatura de îngheţ scade, fapt ce împiedică îngheţul intracelular.

Urmările îngheţului depind şi de modul în care se face dezgheţul. Dezgheţul lent, realizat prin creşterea temperaturii cu 0,2–0,8 °C/min. permite reabsorbţia apei în celule.

Rezistenţa la îngheţ a ţesuturilor viţei de vie este determinată şi de sporirea forţei de reţinere a apei în celule care se poate realiza şi prin modificarea formei de apă predominantă, mai ales, prin scăderea

cantităţii de apă liberă, creşterea celei legate şi prin creşterea conţinutului celulelor în substanţe osmotic active. Ca urmare, factorii agropedoclimatici care conduc la acumularea substanţei uscate solubile în plante contribuie şi la sporirea rezistenţei la îngheţ.

Temperaturile ridicate, în funcţie de valoarea lor, pot să aibă efecte stresante asupra ţesuturilor plantelor de viţă de vie. Principalele efecte constau în deshidratarea ţesuturilor, reducerea intensităţii procesului de fotosinteză, intensificarea procesului de respiraţie şi a activităţii unor enzime hidrolitice.

Plantele de viţă de vie reacţionează la şocul termic sintetizând proteine specifice, denumite "proteine de şoc termic" *(heat shock protein)*. Morrell ş.a. (1997) au expus segmente de coarde cu frunze la temperaturile de 35, 40, 45 şi 50°C timp de 4 ore şi au constatat prezenţa în frunze a unor noi proteine cu greutatea moleculară cuprinsă între 15 şi 30 kDa. Numărul acestora a fost de 12 la temperatura de 35°C, de 41 la 40°C şi de 17 la 45°C. Temperatura de 50 °C a fost letală.

Analizele efectuate la mugurii aflaţi în repaus vegetativ şi expuşi 30 de minute la temperatura de 45 °C au evidenţiat prezenţa a 112 noi proteine, faţă de 32 determinate la mugurii expuşi la temperatura de 23 °C.

9.3. Stresul salin

Excesul de săruri minerale şi, în special, de clorură de sodiu determină apariţia la plantele de viţă de vie a unor simptome de toxicitate. Din acest punct de vedere, viţa de vie este considerată ca o specie cu sensibilitate medie.

Rezistenţa la stresul salin este dată, în general, de portaltoi, respectiv de rădăcini, care în caz de salinitate ridicată pot diminua absorbţia clorului şi a sodiului din sol, sau pot reduce transportul acestor substanţe de la rădăcini spre coarde şi lăstari. În acest sens, Ancliff ş.a. (1983) au precizat că Vitis berlandieri şi portaltoii *Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*, 110 Richter, 140 Ruggieri şi 1 103 Paulsen au acumulat în frunze de 3–4 ori mai puţin clor comparativ cu *Vitis rupestris* şi *Vitis champini* x *Vitis rupestris*.

Creşterea rădăcinii plantelor de viţă de vie este inhibată în condiţii de salinitate, gradul de inhibare fiind dependent de portaltoi. Southey (1992) a constatat că în cazul soiului Chenin blanc, cel mai mare număr de rădăcini a fost determinat în cazul utilizării portaltoi-

lor: 216/3 Castel şi 1103 Paulsen, iar cel mai mic număr de rădăcini la portaltoii US 16-13-23 şi Ramsey.

Cercetările efectuate de Southey şi Jooste (1992) pe solurile saline din Africa de Sud, la viţa de vie, soiul Chenin blanc, altoită pe 10 portaltoi, au dovedit că intensitatea procesului de fotosinteză nu a diferit în mod semnificativ. Cele mai bune rezultate au fost obţinute cu portaltoii 101-14 Mgt şi 143-B Mgt.

În ceea ce priveşte producţia de struguri obţinută la soiul Colombard cultivat în soluri relativ saline, Southey şi Jooste (1991) au constatat că are cele mai mari valori în cazul utilizării portaltoilor: 13-5 EVEX, Ramsey, 143-B Mgt, 1045 P şi 140 Ru.

Downton (1977) a făcut următoarea clasificare a speciilor de *Vitis*, în funcţie de acumularea clorului în peţioli:

Vitis rupestris < *Vitis berlandieri, Vitis vulpina* < *Vitis caudicans, Vitis Champini, Vitis longii* < *Vitis cinerea, Vitis cordifolia* < *Vitis vinifera.*

Groot, Obbink şi Alexander (1973) au constatat că toleranţa la săruri a soiurilor de viţă de vie scade în ordinea următoare: Cabernet Sauvignon, Shiraz, Sultanina, Crouchen, Palomino şi Dovadillo, în timp ce Mullins ş.a. (1994) au clasificat soiurile de viţă de vie astfel: French Colombard > Grenache, Chemin blanc, Tompson Seedless > Barbera, Muscat de Alexandria şi Ribier.

Ehling (1961) a constatat că soiul Cardinal acumulează clorul de 2–3 ori mai repede comparativ cu soiurile Thompson Seedless şi Perlette.

Cercetările efectuate până în prezent au dovedit că stresul salin are numeroase efecte negative asupra proceselor fiziologice din plantele de viţă de vie. Astfel, Prior ş.a. (1992) au constatat că soiul Sultana cultivat într-o soluţie salină (până la 3,5 dS/m) a evidenţiat o reducere sensibilă a conductibilităţii stomatelor şi a intensităţii fotosintezei. Reducerea conductibilităţii stomatelor este, de altfel, cauza diminuării intensităţii procesului de fotosinteză.

Downton şi Loveys (1981) au constatat creşterea de 2 ori a conţinutului în acid abscisic în viţele cultivate în sol salin (925 – 50 mol/m^3 Cl Na). Creşterea salinităţii la 100 mol/m^3 Cl Na a condus la creşterea de 9 ori a concentraţiei de acid abscisic şi la închiderea stomatelor.

Stresul salin are efect inhibitor şi asupra procesului de creştere (Arbabzadeh şi Dutt, 1987), în funcţie de rezistenţa speciilor, portaltoilor şi soiurilor de viţă de vie. De asemenea, Walker (1994) menţio-

nează că salinitatea a grăbit realizarea fazei de pârgă şi a diminuat numărul de struguri, volumul bacelor, conţinutul în glucide, toate aceste manifestări conducând la scăderea producţiei şi a calităţii acesteia.

Stevens ş.a. (1992), studiind comportarea soiului Colombard altoit pe portaltoiul Ramsey, în condiţii de salinitate (3,5 dS/m), au constatat creşterea aciditătii sucului, a conţinutului acestuia în sodiu şi potasiu, precum şi a valorii pH-ului.

Gracia ş.a. (1993) au urmărit producţia şi calitatea acesteia la soiul Cabernet Sauvignon, altoit pe portaltoiul 101-14, cultivat în soluţie de clorură de sodiu cu concentraţia de 6, 40 şi 80 meq/l. Concentraţiile mari de clorură de sodiu au determinat scăderea producţiei de struguri, a conţinutului de glucide din bace şi accelerarea maturării, iar dozele de 6 şi 40 meq/l au provocat o creştere a producţiei, acumularea compuşilor fenolici şi a substanţelor tanoide.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITARA

Capitolul 10
Dereglări fiziologice care afectează plantele de viţă de vie şi strugurii

Dereglările fiziologice sunt determinate de factorii ambianţi, care în limitele de stres determină dereglarea unor procese fiziologice, ceea ce conduce la apariţia unor simptome caracteristice. Acestea se pot manifesta la diferite organe: rădăcini, frunze, fructe etc. sub formă de necroze, brunificări etc. În cazul în care simptomele se manifestă la plante, consecinţele constau în diminuarea calităţii fructelor şi în scăderea producţiei.

Principalele dereglări fiziologice care afectează plantele de viţă de vie şi strugurii sunt următoarele:

10.1. Necroza inflorescenţelor

Este o dereglare fiziologică care afectează pedicelii florali, care se necrozează, determinând căderea florilor. Această dereglare fiziologică poate conduce la scăderea producţiei cu 50 % la soiurile Pinot noir, Riesling şi Traminer (Jordan ş.a., 1991).

În cele mai multe cazuri această dereglare fiziologică este asociată cu un conţinut ridicat de azot nitric şi amoniacal în rahis şi peţioli (Gu ş.a., 1991). Proporţia ridicată de amoniu din rahis poate fi determinată fie de fertilizarea abundentă cu azot, fie de scăderea cantităţii de cetoacizi necesari pentru asimilarea amoniului.

Lombard ş.a. (1992) au constatat că necroza inflorescenţelor afectează frecvent viţele din soiul Pinot noir, cultivate pe un sol cu pH-ul scăzut şi cu un conţinut redus de azot. Dar autorii nu exclud rolul concentraţiilor ridicate de azot în apariţia acestei dereglări fiziologice.

10.2. Fisurarea epicarpului bacelor

Poate să determine pierderi însemnate la unele soiuri de viţă de vie.

Această depreciere calitativă este favorizată de precipitaţiile abundente, de accesibilitatea mărită a apei din sol şi de existenţa unor soiuri sensibile. Lang (1988) menţionează că sporirea ratei de creştere a celulelor în condiţiile aprovizionării excesive cu apă este cauza principală a fisurării bacelor. În aceste condiţii elasticitatea epicarpului bacelor, respectiv a pereţilor din aceste celule, permit o uşoară creştere a volumului celulelor (Lusting şi Bernstein, 1985). După Coombe (1976), elasticitatea maximă se realizează în faza a III-a de creştere şi dezvoltare a bacelor, care se caracterizează prin creşterea rapidă a volumului celulelor.

Modificările de presiune din bace pot fi determinate şi de variaţia temperaturii. Creşterea temperaturii cu 1°C determină sporirea presiunii interne din bace cu 0,44 kPa.

O importanţă deosebită au şi caracteristicile genetice, care determină diferenţe semnificative între soiuri. Analizele efectuate de Lang şi During (1990) la strugurii a 9 soiuri au evidenţiat existenţa unor variaţii ale elasticităţii între 1 700 şi 5 400 N/m şi ale presiunii de fisurare între 110 şi 420 N/m. Cele mai sensibile soiuri din acest punct de vedere sunt: Gros Colman, Cabernet Sauvignon şi Sultana, iar cele mai rezistente: Albany Surprise, Portugieser, Italia şi Black Alicante.

10.3. Necroza xilemului

Din rahisul ciorchinilor afectează, după During şi Lang (1993), aproape toate soiurile de struguri, în proporţie mai mare la Riesling şi mai mică la Silvaner.

Simptomele apar în faza de pârgă, sub forma unor pete necrotice pe suprafaţa pedunculului, în regiunea distală. Necroza penetrează ţesutul vascular depreciindu-l, ceea ce determină pierderea turgescenţei bacelor şi căderea acestora (Claus, 1965).

Cocucci ş.a. (1988) au constatat că această dereglare fiziologică este asociată cu carenţa de calciu, care diminuează ritmul de transport prin xilemul din peduncul şi induce necroza acestuia.

Brechbuler şi Colmar (1971) au stabilit că raportul K/Ca + Mg joacă un rol determinant în apariţia acestei dereglări fiziologice şi propun ca mijloc de prevenire aplicarea a două tratamente în faza de pârgă cu o soluţie 5 % sulfat de magneziu, 300–400 l/ha (produs co-

mercial cu 16 % MgO), sau cu o soluţie 2,5 % sulfat de magneziu (produs comercial cu 32 % MgO).

Apariţia acestei dereglări fiziologice conduce la scăderea conţinutului în glucide, acizi graşi, aminoacizi, antociani şi creşterea conţinutului în acizi organici.

Necroza xilemului este favorizată de nutriţia abundentă cu azot, carenţa în magneziu, alimentarea neregulată cu apă, existenţa unor portaltoi şi soiuri sensibile.

10.4. Necroza mugurului principal

Afectează unele soiuri sensibile ca: Thompson Seedless, Kyoho şi Regina viilor.

Morrison şi Iodi (1990) au constatat apariţia necrozei mugurilor la soiul Thompson Seedless, cultivat în California, la 3–6 săptămâni după înflorit. Această dereglare fiziologică nu se extinde în timpul perioadei de repaus vegetativ.

Necroza se manifestă sub forma unei benzi transversale, alcătuită din câteva straturi de celule turtite, care apar la unul sau mai multe noduri ale axei mugurului şi la baza acestuia. Celulele care intră în alcătuirea acestor benzi au dimensiuni mici şi sunt turtite longitudinal.

Dereglarea se manifestă, mai ales, la mugurii principali, dar poate afecta şi mugurii laterali.

Cercetările efectuate până în prezent au precizat că necroza mugurilor este mai frecventă în condiţiile unei fertilizări abundente (Chundawat ş.a., 1977). Lavee (1987) a constatat că în cazul soiurilor de viţă de vie viguroase conţinutul ridicat de gibereline endogene determină necrozarea mugurilor în proporţie ridicată.

10.5. Dereglări fiziologice cauzate de nutriţia minerală deficitară

Carenţa de azot se manifestă prin decolorarea frunzelor tinere, creşteri vegetative reduse, scurtarea internodurilor, muguri contorsionaţi şi înroşiţi, legarea slabă şi producţia scăzută (Fregoni, 1980). Bacele se desprind uşor de pedicel, maturarea este întârziată şi neuniformă, în bace se acumulează mai mulţi antociani, iar aciditatea scade.

Excesul de azot întârzie dezmuguritul, măreşte viteza de creştere a ţesuturilor şi suprafaţa frunzelor, în corelaţie cu modificarea ba-

lanţei hormonale. Conţinutul de citochinine din sevă creşte (Zelleke şi Kliewer, 1981), în timp ce ponderea acidului abscisic scade (Scienza şi During, 1980), ca urmare a aplicării de îngrăşăminte azotate. Excesul de azot determină prelungirea perioadei de vegetaţie şi măreşte intensitatea procesului de respiraţie şi transpiraţie. Acumularea substanţei uscate şi coacerea lemnului este întârziată, ceea ce determină sporirea sensibilităţii ţesuturilor la îngheţ. Plantele fertilizate cu doze mari de azot sunt mai susceptibile la atacul microorganismelor parazite, iar strugurii au substanţa uscată solubilă scăzută şi aroma necorespunzătoare.

Carenţa de fosfor se manifestă la plantele de viţă de vie printr-o creştere redusă, o lignificare şi o legare slabă. Pe marginea frunzelor apar pete necrotice circulare, iar nervurile frunzelor bătrâne se înroşesc. Maturarea strugurilor este întârziată, iar controlul în gluci-de este redus.

Carenţa de potasiu se manifestă frecvent la viţa de vie, care este o specie potasiofilă, la frunzele tinere, spre sfârşitul lunii iulie. Simptomele caracteristice constau în îngălbenirea marginii frunzelor şi necrozarea ulterioară a acestor regiuni. Sinteza proteinelor este dereglată, ceea ce conduce la acumularea aminoacizilor, procesul de maturare este încetinit, iar dimensiunile ciorchinilor sunt reduse.

La soiurile cu struguri coloraţi, carenţa de potasiu determină înroşirea zonelor dintre nervurile frunzelor sau necrozarea acestora.

În cazul excesului de potasiu are loc deshidratarea rahisului şi scăderea conţinutului în glucide şi a acidităţii titrabile a strugurilor.

Seceta stimulează apariţia simptomelor de carenţă în potasiu la viţa de vie.

Brancadoro ş.a. (1992) au subliniat faptul că numeroase cercetări au confirmat existenţa unui control genetic în absorbţia şi utilizarea potasiului. Boulay (1982) a constatat că soiurile Carignan, Aramon şi Grenache, altoite pe portaltoiul SO4 absorb cantităţi mai mari de potasiu comparativ cu soiurile Merlot, Cisnaut, Cabernet Sauvignon şi Syrah. În cazul soiului Grenache, s-a constatat că cea mai mare cantitate de potasiu este absorbită de portaltoii: 44-53 M, SO4 şi 110 R.

Calciul este un element important implicat în modificarea permeabilităţii membranelor plasmatice, în stimularea activităţii unor enzime sub forma complexului calmodulin-calciu şi stimulează procesul de creştere.

Carenţa de calciu se manifestă prin cloroza marginală a frunzelor tinere, moartea mugurilor apicali şi prin reducerea ritmului de creştere a rădăcinilor.

Excesul de calciu provoacă cloroza frunzelor, prin blocarea absorbţiei fierului şi reduce creşterea rădăcinilor şi a mugurilor axilari. Bavaresco ş.a. (1994) au studiat efectul solului calcaros în inducerea clorozei la 11 subspecii de viţă de vie. Rezultatele au evidenţiat că subspeciile *Vitis berlandieri* şi *Vitis cinerea* au un mecanism adaptativ prin creşterea intensă şi realizarea unui sistem radicular capabil să absoarbă cantităţi mari de fier, evitând astfel cloroza ferică, în condiţiile excesului de calciu. Compuşii organici din exudatele rădăcinilor formează cu ionii de fier compuşi organo-minerali, care pot fi absorbiţi cu uşurinţă de rădăcini. Pe de altă parte, *Vitis champini* a realizat un mecanism protector prin încetinirea creşterii, formarea unui sistem radicular debil şi prin producerea unei cantităţi mai mari de substanţă uscată pentru unitatea de fier utilizată la nivelul tulpinii.

Umiditatea mărită a solului favorizează acumularea bicarbonaţilor în apropierea rădăcinilor, ceea ce inhibă absorbţia fierului şi stimulează apariţia simptomelor de clorozâ.

Cercetările efectuate la 7 soiuri de viţă de vie au evidenţiat că plantele cultivate pe soluri calcaroase au o valoare mai mare a pH-ului în apoplastul frunzelor, ceea ce determină precipitarea fierului şi reducerea procesului de transport al acestui ion în celulele mezofilului foliar (Bavaresco ş.a., 1995). Scăderea concentraţiei fierului din celule diminuează procesul de sinteză al clorofilei, fără ca să se modifice conţinutul de fier din frunze.

Excesul de calciu favorizează procesul de carboxilare a acidului fosfoenolpiruvic şi sinteza acidului malic şi tartric. Ca urmare, bacele provenite de pe soluri calcaroase au un conţinut mai mare de acizi organici, care, la rândul lor, favorizează acumularea potasiului.

Magneziul intră în compoziţia moleculelor de clorofilă şi stimulează activitatea enzimelor implicate în metabolismul glucidelor şi al proteinelor (Fregoni, 1980).

Carenţa de magneziu se manifestă în solurile bazice, când concentraţia din frunze a acestui element este mai mică de 0,15 g/100 g subst. uscată.

Excesul de potasiu din sol poate genera o reacţie de antagonism cu magneziul, favorizând apariţia carenţei în acest element. De asemenea, umiditatea mărită a solului, utilizarea unor portaltoi ca: 44-53, SO4 sau Fercal şi utilizarea soiurilor cu absorbţie redusă a magneziu-

lui: Aramon şi Carignan favorizează carenţa în acest element mineral. Simptomele caracteristice constau în cloroza frunzelor bazale şi numai ulterior a celor tinere. Ţesuturile de pe marginea frunzelor, situate între nervuri, se îngălbenesc sau se înroşesc, se intensifică procesul de respiraţie, fructificarea este redusă.

Carenţa de fier se manifestă la viţele cultivate în solurile alcaline în care fierul este imobilizat, în condiţii în care fierul din plantă este imobilizat de calciu sau potasiu şi în cazul unei valori mari a raportului fosfor/fier. Ca urmare a faptului că în cadrul aceleiaşi specii există soiuri eficiente şi neeficiente în asimilarea fierului, se consideră că acest proces este coordonat genetic.

Fierul nu se acumulează în plante în stare liberă, ci în compuşi organo-minerali. În această stare (citrat de fier), este de altfel transportat prin vasele conducătoare ale viţei de vie (Saglio, 1969).

Simptomul caracteristic al acestei carenţe îl reprezintă cloroza ferică, care se caracterizează prin decolorarea frunzelor. În primele etape de manifestare a acestei dereglări fiziologice nervurile rămân verzi, ulterior apar necroze marginale şi, în final, frunzele afectate cad. Primele simptome apar la frunzele tinere şi numai ulterior la cele bătrâne.

Carenţa în fier inhibă biosinteza clorofilei, ceea ce are drept efect diminuarea intensităţii procesului de fotosinteză şi în consecinţă a producţiei de struguri.

Viţa de vie face parte din grupa plantelor care în carenţă de fier pot acidifia solul pe mai multe căi: prin eliminarea protonilor cu participarea pompei H^+ – ATP-ază din plasmalemă, prin intensificarea sintezei acizilor organici şi excreţia lor prin rădăcină, prin reducerea Fe^{3+} la Fe^{2+}, care este utilizat mai eficient, prin eliminarea unor acizi fenolici care formează chelaţi asimilabili cu fierul şi prin formarea unor celule rizodermice de transfer (Zocchi ş.a., 1992).

Manganul este esenţial pentru biosinteza glucidelor, a acidului ascorbic şi pentru reducerea nitraţilor. Catalizează reacţiile de fosforilare, de decarboxilare şi de fotoliză a apei.

Simptomele de carenţă constau în cloroza marginală şi a ţesuturilor dintre nervuri, iar frunzele adulte cad precoce. Carenţa în mangan stimulează acumularea azotului în bace şi rahisuri şi întârzie înflorirea.

Zincul stimulează numeroase procese ca cele de formare a cloroplastelor, de sinteză a clorofilei, a unor aminoacizi, a acidului ascorbic şi procesul de creştere.

Carenţele în zinc se caracterizează prin inhibarea procesului de creştere, frunzele sunt mici, asimetrice, cu pete gălbui mozaicate, iar ciorchinii sunt mai puţin compacţi. Aceste simptome se întâlnesc mai ales la viţele cultivate pe soluri calcaroase.

Cuprul este parte componentă a enzimelor ascorbinoxidază, polifenoloxidază, citocromoxidază, tirozinază şi lacază.

Carenţele în cupru se manifestă prin necroze punctiforme pe marginea limbului, căderea precoce a frunzelor apicale şi uscarea mugurilor apicali.

Molibdenul este component al nitratreductazei, ca urmare, stimulează procesul de reducere a nitraţilor şi, în general, metabolismul azotat al plantelor. Stimulează, de asemenea, creşterea vegetativă a viţelor şi sporirea producţiei.

Carenţele relativ rare se manifestă prin cloroză, frunzele au nervurile albe, iar marginile necrozate. Plantele afectate de această dereglare fiziologică fixează azotul şi calciul în rădăcini şi în frunze.

Borul este considerat un element important în nutriţia plantelor datorită numeroaselor procese în care intervine: sinteza acizilor nucleici, translocarea glucidelor, germinarea polenului şi în fecundare, sinteza ATP-ului etc.

Carenţa de bor se manifestă prin deshidratarea şi moartea mugurilor apicali, necroza şi deshidratarea cârceilor, reducerea creşterii internodurilor, îngălbenirea frunzelor la soiurile cu struguri necoloraţi şi înroşirea lor la soiurile colorate. Se observă, de asemenea, căderea florilor şi a bacelor, din această cauză legarea este slabă, ciorchinii sunt deformaţi, greutatea medie a bacelor este mică, deseori remarcându-se brunificarea internă a acestora.

Salinitatea, respectiv prezenţa în sol a sărurilor minerale în proporţie mai mare de 350–400 mg Na Cl/kg sol argilos şi 150–200 mg/kg sol nisipos, are un efect toxic asupra viţei de vie. S-a constatat că, în general, viţa de vie este o plantă uşor tolerantă la salinitate.

Efectul salinităţii se datorează concentraţiei mărite a soluţiei solului care poate să determine un proces de exosmoză şi datorită acumulării clorului şi a sodiului care pot avea un efect toxic asupra celulelor.

Concentraţia ionică mărită a soluţiei solului afectează aprovizionarea cu apă a plantelor, fapt ce se manifestă prin apariţia de necroze pe marginea frunzelor. La apariţia acestui simptom participă şi clorul, care se acumulează preferenţial la marginea limbului foliar (0,5 g/100 g subst. uscată). În stadiile mai avansate de evoluţie a acestei

dereglări fiziologice suprafeţele afectate de necroză cresc, iar în final frunzele cad.

Absorbţia clorului este dependentă de portaltoi. Astfel, portaltoii: 99 R, Rupestris du Lot, Salt Creek,101-14 şi 5 BB absorb cantităţi mai mici de clor, în timp ce 1613, Dogridge şi 110 R absorb cantităţi mai mari de clor (Sauer, 1968).

Cercetările efectuate de Downton (1977) au precizat că acumularea clorului în frunze în concentraţie de 2,8 % determină inhibarea procesului de fotosinteză de 5 ori, ca urmare a creşterii rezistenţei stomatelor şi scăderea conţinutului de amidon din frunze de 2,9 ori.

10.6. Brunificarea strugurilor Afuz Ali

Se manifestă la soiul de struguri Afuz Ali, dar şi la alte soiuri cu bacele necolorate. În cazul strugurilor coloraţi, pigmenţii antocianici maschează brunificarea.

Dereglarea afectează celulele epidermei şi ale hipodermei şi mai puţin parenchimul intern. Celulele afectate îşi pierd turgescenţa, se aplatizează, citoplasma este rarefiată, organitele celulare alterate, iar într-o fază mai avansată se constată acumularea în vacuole a unor substanţe electron dense. În urma biodegradării tonoplastului, sucul vacuolar se amestecă cu citoplasma *(Fig. 10.1.)*.

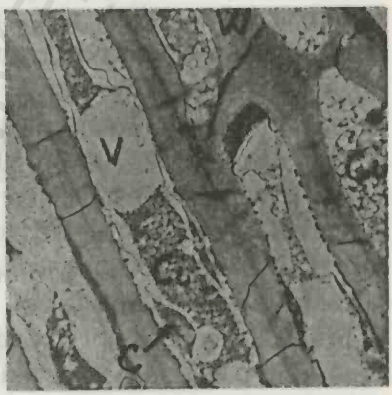


Fig. 10.1. Celule afectate din strugurii brunificaţi: W – peretele celular; V – vacuolă; C – cromoplast; Ci – citoplasmă

Intensitatea procesului de respiraţie şi conţinutul în clorofilă a bacelor brunificate este mai mic, iar conductibilitatea electrică a ţesuturilor este de 2,5 ori mai mare comparativ cu a bacelor nebrunificate (Burzo ş.a., 1994).

Apariţia acestei dereglări fiziologice se datorează evoluţiei rapide a procesului de maturare, care determină creşterea permeabilităţii membranelor plasmatice, facilitând contactul dintre fenolazele din citoplasmă şi fenolii din vacuole. Oxidarea fenolilor şi polimerizarea lor determină formarea unor complexe de culoare brună, melanine, care conferă culoarea caracteristică.

10.7. Îngheţul

Se manifestă în cazul unor accidente care pot surveni pe parcursul păstrării strugurilor în condiţii frigorifice. Simptomele caracteristice constau în brunificarea fasciculelor vasculare, ulterior şi a epicarpului, în cazul soiurilor cu bacele necolorate.

Din cauza conţinutului relativ ridicat în substanţă uscată solubilă şi în special de glucide, strugurii pot fi expuşi la temperaturi de până la –2°C fără a îngheţa. Astfel, strugurii soiului Afuz Ali şi Italia, cu 14 % substanţă uscată solubilă, îngheaţă la temperatura de –2,6°C, iar cei ai soiurilor Muscat de Hamburg şi Muscat d'Adda, cu peste 20 % substanţă uscată solubilă, îngheaţă la temperatura de – 4,5 °C (Burzo, 1985).

10.8. Stresul produs de agenţii fitopatogeni

Determină reacţii de răspuns din partea ţesuturilor viţei de vie. Prezenţa unor structuri caracteristice, aşa cum este cuticula sau suberul, şi a unor substanţe care se află normal în ţesuturi, aşa cum sunt: fenolii, antocianii, proantocianidinele, pterostibenele, acidul glicolic şi unii compuşi de natură glicoproteică, constituie mijloace de apărare pasivă, care întârzie evoluţia atacului patogen.

Atacul fitopatogen determină însă reacţii active de răspuns care constau în stimularea procesului de biosinteză a substanţelor fenolice şi în biosinteza fitoalexinelor.

Sinteza fitoalexinelor constituie un răspuns la stresul produs de agenţii fitopatogeni şi totodată cel mai eficient mijloc de apărare activă. Pezet şi Pont (1988) includ în grupul fitoalexinelor sintetizate de struguri ca răspuns la atacul produs de *Botrytis cinerea* următoarele substanţe: stilben, resveratrol, pterostilben şi viniferină. Dintre aceste substanţe: pterostilbenul şi viniferina sunt cele mai active în inhibarea atacului fitopatogen, iar resveratrolul este cel mai puţin eficient.

Cercetările efectuate de Jeandet ş.a. (1995), referitoare la resveratrol, au evidenţiat că biosinteza acestei fitoalexine are loc timpuriu, în momentul recunoaşterii dintre patogen şi plantă. Pe parcursul extinderii atacului produs de *Botrytis cinerea*, conţinutul de resveratrol din ţesuturi creşte de 3–5 ori în ţesuturile sănătoase situate în jurul celor afectate.

Abass, M. şi *Rajashekar, C.B.* – Plant. Physiol. 1991, 96, 957–961.

Agaoglu, Y.S. – Vitis. 1971, 10, 20–26.

Aliev, N.A. şi *Gaziev, M.M.* – Symp. Physiologie de la Vigne. Burgas, 1983, 237–242.

Alleweldt, G. – Kali-Briefe. Series 1. 1964, 1–12.

Alleweldt, G. – Vitis. 1967, 6, 48–58.

Alleweldt, G. şi *Hofacker, W.* – Vitis. 1975, 14, 103–115.

Alleweldt, G. şi *Koch, R.* – Vitis. 1977, 263–271.

Alleweldt, G. – Bulletin de l'OIV. 1979, 52, 691–699.

Alleweldt, G. şi *Ilter, E.* – Vitis. 1969, 8, 286–313.

Alleweldt, G. ş.a. – Vitis. 1981, 20, 1–7.

Alleweldt, G. ş.a. – Vitis. 1982, 21, 93–100.

Alleweldt, G. ş.a. – Plant. Res. And Develop. 1984, 20, 45–58.

Alleweldt, G. şi *Merct, N.* – Vitis. 1992, 31, 121–130.

Alquier-Bouffard, A. – Physiol. Veg. 1969, 7, 201–225.

Alsaidi, I. ş.a. – Vitis. 1979, 18, 201–210.

Amberg, H. şi *Shaulis, N.J.* – Proc. XII Int. Hort. Congr. 1966, 1, 588.

Amrani Joutei, K. ş.a. – Vitis. 1994, 33, 133–138.

Ancliff, A.J. ş.a. – Vitis. 1983, 22, 357–362.

Rhip, V. – Studiul unor soiuri noi apirene de viţă de vie în diferite areale de cultură. Teză de doctorat. USAMV. Bucureşti. 1944.

Audran, J. ş.a. – Agronomie. 1993, 13, 491–498.

Baeza, P. ş.a. – Communications GESCO. 1995, 112–118.

Baillard, M. şi *Baggiolini, M.* – Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 1993, 25, 7–9.

Baggiolini, M. – Revue Romande d'Agriculture. 1952, 8, 4–6.

Balasubrahmanyam, V.R. ş.a. – Vitis. 1978, 17, 23–29.

Balcar, J. şi *Hernandez, J.* – Vitis. 1988, 27, 13–20.

Baldwin, J.G. – Aust. J. Agric. Res. 1964, 15, 920–928.

Baranov, P.A. – Trudî glavno-botaniceskogo sada. Izd. Acad. Nauk SSSR. Moscova.

Bartolini, G. ş.a. – Vitis. 1996, 35, 11–14.

Bartolome, M.C. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. Fiziol. Delle Vite. Torino, 1992, 311–314.

Baumer, R. – Progres Agricole et Viticole. Montpellier, 1994, 111, 251–256.

Bavaresco, L. ş.a. – Vitis. 1994, 33, 123–126.

Bavaresco, L. ş.a. – Vitis, 1995, 34, 233–234.

Bavaresco, L. – Commun. In Soil Sci. and Plant. Analysis. 1997, 28, 13–21.
Beran, N. şi *Klein, W.* – Die Wein-Wissenchaft. 1981, 4, 227–244.
Beran, N. – Die Wein-Wissenchaft. 1982, 5, 291–309.
Beran, N. – Die Wein-Wissenschaft. 1987, 6, 363–380.
Beran, N. – Die Wein-Wissenschaft. 1988, 1, 3–21.
Beriashvili, T.V., Beriashvili, L.T. – Biochemistry, 1996, 61, 1316–1321.
Bernard, A.C. – Contribution a l'étude de la biologie et des meristemes des vitacea. These. Montpelier. 1980.
Bernier, G. ş.a. – The Physiology of Flowering, vol. II. Florida. 1985.
Bessis, R. şi *Fournioux, J.C.* – Vitis. 1992, 31, 9–21.
Biblina, L.I. – Izd. Mold. Filiale A.N. SSSR. 1960, 6.
Billeau, A. – Analele ICAR, vol. IX, 1937, 3–16.
Blaich, R. ş.a. – Vitis. 1984, 23, 292–256.
Blanke, M.M., Leyhe, A. – Viticult. Enol. Sci. 1989, 6, 188–191.
Bodson, M. – Ann. Bot. Londra. 1975, 39, 547–554.
Bosso, K. ş.a. – Plant. Physiol. 1996, 111, 1059–1066.
Botos-Balo, B. ş.a. – Atti del IV Symp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 555–558.
Botti, C. şi *Sandoval, E.* – Vitis. 1990, 29, 123–131.
Bouardi, J. – C.R. Acad. Sci. Paris. 1967, 264, 1860–1863.
Brancadore, L. ş.a. – Atti del IV Symp. Int. de Fisiologie delle Vite. Torino, 1992, 339–341.
Brunsky-Odneal, M. – Fruit Varieties Journal. 1983, 6, 45–51.
Budan, C. – Analele ICVV, vol. V. 1974, 89.
Bugnon, F. şi *Bessis, R.* – Biologie de la vigne. Paris. 1968.
Burzo, I. – Fiziologia şi tehnologia păstrării produselor horticole. Bucureşti. 1986.
Burzo, I. ş.a. – The Sixth. Int. Symp. COST, 1994, Wageningen.
Buttrose, M.S. – Vitis, 1966, 455–464.
Buttrose, M.S. – Ann. Bot. 1968, 32, 753–765.
Buttrose, M.S. – Vitis. 1969, 8, 280–285.
Buttrose, M.S. – Bot. Gaz. 1969, 130, 166–169.
Buttrose, M.S. – Vitis. 1970, 9, 121–125.
Buttrose, M.S. – Am. J. Enol. Vitic. 1971, 22, 71–75.
Buttrose, M.S. şi *Hale, C.R.* – Planta, 1971, 101, 166–170.
Buttrose, M.S. şi *Hale, C.R.* – Am. J. Enol. Vitic. 1973, 24, 14–16.
Buttrose, M.S. – Hort. Abstr. 1974, 44, 319–325.
Buttrose, M.S. – Vitis, 12, 299–305.

Buşin, M.P. – Docladî A.N. Uz. SSR. 1957, 1.

Calo, A., Costacurta, A. şi *Cancelier, S.* – Bulletin de l'OIV. 1979, 52, 903–914.

Campbell, J.A., Strother, S. – Austr. J. Plant. Physiol. 1996, 23, 115–118.

Candolfi-Vasconcelos, M.C. şi *Koblet, N.* – Vitis. 1990, 29, 199–221.

Candolfi-Vasconcelos, M.C. şi *Koblet, N.* – Vitis. 1991, 30, 129–141.

Carbonneau, A. – Connaissance Vigne Vin. 1976, 3, 249–267.

Carbonneau, A. ş.a. – Ann. Amelior. Plantes. 1978, 28, 195–221.

Carbonneau, A. – Agronomie. 1983, 3, 635–644.

Carbonneau, A. – Interaction systeme de conduite de la vigne et mecanisation. Paris. 1989.

Carbonneau, A. – Atti del IV Symp. Int. di Fisiologia della Vite. Torino. 1992, 68–74.

Cazacu, S. – Model bazat pe procesele fiziologice pentru stimularea formării recoltelor de struguri la soiul Merlot, în funcţie de condiţiile de topoclimat, din centrul viticol Valea Călugărească. Teză de doctorat, ASAS Bucureşti, 1999.

Chacko,E.R. ş.a. – Vitis. 1976, 15, 221–226.

Chailakhyan, M. – Uspekhi Sovrem. Biol. 1967, 63, 202–231.

Champagnol, F. – Prog. Agric. Vitic. 1986, 103, 361–374.

Champagnol, F. – Elements de Physiologie de la vigne. Saint Gelvidufesc, 1984.

Chaves, M.M. şi *Pereira, J.S.* – Symp. Physiologie de la vigne. Burgas, 1983.

Chaves, M.M. ş.a. – Communications GESCO. 1995, 87–92.

Chekol, T. – Bull. De l'OIV. 1994, 67, 732–741.

Chekol, T. – Bull. De l'OIV. 1994, 67, 759–760.

Cherrad, M., Lavaud, J.J. – J. Int. Sci. Vigne et Vin. 1993, 27, 123–133.

Chirilei, H., Mavromati, El. şi *Dorobanţu, N.* – Comunicările Academiei RPR. Tomul X. 1960, 119–123.

Chundawat, B.S. ş.a. – J. Jap. Soc. Hort. Sci. 1971, 40, 105–109.

Chundawat, B.S. ş.a. – Haryana Agricult. Univ. J. Res. 1977, 7, 32–36.

Cianaşvili, S.Ş. – Soobs. A. N. Gruz. SSR. XXV, 1960, 2, 120.

Cikuaseli, T.I.A. – Trudî Tbiliskogo bot. Ins., vol. 16, 1954, 20.

Claus, P. – Weinberg Keller. 1965, 12, 101–110.

Cocucci, S. ş.a. – Sci. Hort. 1988, 34, 67–74.

Clore, W.J., Wallace, M.A. şi *Fay, R.D.* – Am. J. Enol. Vitic. 1974, 25, 24–29.

Condei, Gh. şi *Colacu, M.* – Atti del IV Symp. Int. di Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 102–107.

Conradine, W.J. – S. Afr. J. Enol. Vitic. 1986, 7, 76–83.
Constantinescu, G., Morlova, I. şi *Cosmin, S.* – Lucrări Ştiinţifice IANB, seria B, VIII, 1965, 209–215.
Constantinescu, G. – Buletin ştiinţific. Secţia de Biologie şi Ştiinţe agricole. VIII, 1956, 4, 827–846.
Considine, J.A. şi *Knox, R.B.* – Protoplasma. 1979, 99, 347–365.
Coombe, B.G. – Plant. Physiol. 1960, 35, 241–250.
Coombe, B.G. – Acta Hortic. 1973, 34, 261–269.
Coombe, B.G. – Aust. J. Agric. Res. 1976, 31, 499–509.
Coombe, B.G. – Am. J. Enol. Vitic. 1987, 38, 127–129.
Daud, C.E. şi *Ough, C.S.* – Vitis. 1982, 21, 105–110.
Daris, B.T. – Bull. De l'Inst. De la Vigne. Lycovrissi, Atena, 1966.
Darne, G. şi *Glories, Y.* – Vitis. 1988, 2, 74–78.
Darne, G. – Vitis. 1993, 32, 77–85.
Davidescu, D. ş.a. – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B., vol. VII, 1964, 175–190.
Delas, J. şi *Pouget, R.* – Agronomie. 1984, 4, 443–450.
Delas, J. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 397–400.
Delmas, J. – C.R. Acad. Sci. Paris, 1966, 262, 2458–2461.
Derevdare, J. ş.a. – Agronomie. 1993, 13, 509–514.
Dietrich, J.V. şi *Meyer, E.* – Symp. Fiziologie de la Vigne. Varna, 1971, 572–581.
Dincev, D. ş.a. – Gradinarsca I lozarsca nauka. 1964, 1, 10.
Dintschef, D.K. ş.a. – Vitis. 1964, 4, 347–356.
Diofasi, L. – Communications GESCO. 1995, 221–226.
Diofasi, L. – Bull. O.I.V. 1969, 461, 721–740.
Djaparidze, I.I. – Symp. Fiziologia de la Vigne. Varna. 1971, 563–566.
D'Khili, B. ş.a. – Vitis. 1995, 34, 135–140.
Doneche, B. şi *Chardonnet, C.* – Vitis, 1992, 31, 175–181.
Downton, W.J.S. – Sci. Hort. 1977, 7, 249–253.
Downton, J.W.S. şi *Loveis, B.R.* – Aust. J. Plant. Physiol. 1981, 8, 443–452.
Downton J.W.S. ş.a. *New Phytologist.* 1988, 108, 263–266.
Downton, J.W.S. ş.a. – Aust. J. Plant. Physiol. 1987, 5, 15–23.
During, H. – Vitis, 1974, 13, 112–119.
During, H. şi *Kismali, I.* – Vitis. 1975, 14, 89–96.
During, H. – Vitis. 1976, 15, 82–87.
During, H. – Vitis. 1978, 17, 1–9.
During, H. ş.a. – Acta Hortic. 1978, 80, 397–405.

During, H. – Vitis. 1979, 18, 211–220.

During, H. – Vitis. 1980, 19, 91–98.

During,H. – Vitis. 1981, 19, 91–98.

During, H. şi *Alleweldt, G.* – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1984, 97, 101–113.

During, H. – Vitis. 1984, 23, 1–10.

During, H. – Vitis. 1987, 26, 9–18.

During, H. – Die Wein-Wissenschaft. 1987, 6, 391–399.

During, H. – Vitis. 1988, 27, 199–208.

During, H. şi *Lang, A.* – Vitis. 1993, 32, 15–22.

During, H. – Am. J. Enol. Vitic. 1994, 3, 297–299.

During, H., Stoll, M. – Vitis, 1996, 35, 65–68.

During, H., Stoll, M. – Vitis, 1996, 35, 67–71.

Durleşteanu, A. – Studiul potenţialului ampelologic al unor soiuri noi de viţă de vie pentru vin, în diferite areale de cultură. Teză de doctorat. USAMV. Bucureşti, 1994.

Dvornic, V. – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B., vol. 4, 1960, 37.

Dvornic, V. ş.a. – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B., vol. IX, 1966, 205–26.

Dvornic, V. ş.a. – Revista de Hortic. şi Vitic. 1970, 10, 51–55.

Dzaguidze, G.G. şi *Chanisbivili, G.G.* – Soobshchenija Acad. Nauk Tibilisi. 1985, 119, 601–604.

Dzaguidze, G.G. ş.a. – Fiziologiya Rastenii. 1986, 33, 289–295.

Ebadi, A. ş.a. – Australian J. Grape Wine Res. 1995, 1, 3–10.

Eibach, R. şi *Alleveldt, G.* – Vitis. 1984, 23, 11–20.

Edson, E. ş.a. – XXIII Int. Hort. Congr. Florenţa, vol. I, 1990, 365.

Eichorn, K.W. şi *Lorenz, H.* – Deutsche Weinbau. 1977, 1.

Eifert, A. – Vitis. 1975, 13, 297–302.

Ehling, C.F. – Am. Soc. Hort. Sci. 1960, 76, 323–331.

Erdei, L. ş.a. – Atti del IV Symp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino. 1991, 265–268.

Failla, O. ş.a. – Atti del IV Symp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 227–230.

Failla, O. şi *Dilio, P.G.* – Giornate scientifiche SOI. 1994, 363–364.

Fardosi, A. ş.a. – Mitteilungen Klosterneuburg, 1998, 48, 1–16.

Farmahan, H.L. şi *Padey, R.M.* – Vitis. 1976, 15, 227–235.

Ferrero, M. şi *Gracia, L.* – Atti del IV Symp. Int. di Fisiologia delle Vite. Torino. 1992, 19–22.

Flanzy, M. ş.a. – C.R. Sc. Acad. Agr. Fr. 1972, 58, 452–460.

Fogliani, G., Tamnaccarano, A. şi *Giorio, V.* – Atti Acad. It. Delle Vite e del Vino. Florenţa. 1978, 201–216.

Fogliani, G. ş.a. – Riv. Di Vitic. E di Enol. di Conegliano. 1983, 3, 99–116.

Fogliani, G., Rossi, V. şi *Valli, R.* – Riv. Di Vitic. E di Enol. di Conegliano. 1982, 4, 135–162.

Forlani, M. ş.a. – Rivista di Vitic. E di Enol. 1981, 8, 16–24.

Fournioux, J. – Vitis. 1997, 36, 49–50.

Fregoni, M. – Nutrizione e fertilizzatione della vite. Bologna. 1980.

Fregoni, M. – Viticoltura generale. Roma, 1985.

Frieden, K.H. ş.a. – Die Wein-Wissenschaft. 1987, 1, 54–64.

Frieden, K.H. ş.a. – Die Wein-Wissenschaft. 1987, 42, 4–6.

Frieden, K.H. ş.a. – Die Wein-Wissenschaft. 1987, 3, 185–196.

Frieden, K.H. ş.a. – Die Wein-Wissenschaft. 1987, 6, 382–390.

Gracia, M. ş.a. – Vitis. 1993, 32, 215–221.

Gardea, A.A. ş.a. – Scientia Hortic. 1994, 56, 339–358.

Gao, Y. şi *Cahoon, G.A.* – Vitis, 1994, 33, 205–209.

Gebbling, H. ş.a. – Vitis. 1977, 16, 279–285.

Georgescu, M. – Lucrări ştiinţifice IANB, vol. IV, 1961, 291–316.

Georgescu, M. şi *Severin, E.* – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B, vol. VIII, 1965, 277–286.

Georgescu, M. şi *Ilie, M.* – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B, vol. XIII, 1970, 407–413.

Georgescu, M. şi *Ilie, M.* – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B, vol. XIV, 1971, 347–353.

*Georgescu, M.*şi *Indrieaş, A.* – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B, vol. XV, 1972, 77–86.

Georgescu, M., Dejeu, L.C. şi *Ionescu P.* – Ecofiziologia viţei de vie. Bucureşti, 1991.

Gianquinta, R. – Ann. Rev. Plant. Physiol. 1983, 34, 347–387.

Gil, R. ş.a. – Rev. Frutic. 1982, 3, 52–55.

Giorgessi, F. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 441–446.

Glad, C. – Vitis. 1992, 31, 131–138.

Glad, C. ş.a. – Am. J. Enol. Vitic. 1992, 3, 275–281.

Goldspink, B. şi *Gordon, C.* – Int. Symp. on Nitrogen in Grapesand Eine. 1991, 255–258.

Golinka, P.I. – Fiziol. Rast. 1966, 13, 607–613.

Gomez, E. ş.a. – Vitis. 1994, 33, 1–4.

Gozzini S. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 513–516.

Gu, S. ş.a. – Proc. Int. Symp. Nitrogen in Grapes and Wine. Seattle. 1991, 259–261.

Gucci, R. ş.a. – Riv. Fruttic. Ortofloric. 1990, 8–9, 75–80.

Guerierro, R. ş.a. – Riv. Di Vitic. E di Enol. di Conegliano. XXXVI, 1983, 7, 339–352.

Guilloux, M. – Contribution a l'étude de la maturation du raisin. These 3-eme cycle Univ. Bordeux. 1981.

Gunata, I. ş.a. – J. Chromat. 1985, 331, 83–90.

Guo Xiu-Wu ş.a. – Vitis. 1987, 26, 161–171.

Hale, C.R. şi *Buttrose, M.S.* – J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1974, 99, 390–394.

Hamman, Jr. R.Q, ş.a. – Amer. J. Enol. Vitic. 1996, 47, 31–37.

Hanck, H. ş.a. – Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. 1992, 44, 265–270.

Hardy, P.J. – Plant. Physiol. 1968, 43, 224–228.

Harris, J.M. ş.a. – Vitis. 1968. 7, 106–119.

Harris, J.M. ş.a. – Vitis. 1971, 9, 291–298.

Hill-Cottingham, D.G. şi *Lloid-Jones, C.P.* – în Nitrogen Assimilation of Plants. Hewitt şi Cutting edit. Londra. 1979, 485–489.

Hofacker, W. – Vitis. 1978, 17, 10–22.

Hofmann, U., Kopfer, P. şi *Werner, A.* – Okologischer Weinbau. Stuttgart. 1995.

Huglin, P. şi *Balthazard, J.* – Vitis. 1975, 14, 6–13.

Hunter, J.J. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 591–596.

Hunter, J.J. ş.a. – Vitis. 1994, 33, 189–195.

Hunter, J.J. ş.a. – Amer. J. Enol. Vitic. 1995, 46, 306–314.

Hunter, J.J., Ruffner, H.P. – Vitis. 1997, 36, 1–6.

Iacono, F. ş.a. – Vitis. 1995, 34, 201–206.

Iacono, F., Sommer, K.J. – Austr. J. Grape Wine Res. 1996, 2, 10–20.

Iannini, B. – Riv. Di Vitic. Enol. di Conegliano. 1974, 3, 3–15.

Iland, P.G. şi *Coombe, B.G.* – Am. J. Enol. Vitic. 1988, 39, 71–76.

Iland, P.G. şi *Coombe, B.G.* – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino. 1992, 416–422.

Ilie, El. – Horticultura. 1988, 12, 19–21.

Inaba, A. ş.a. – J. Jap. Soc. Hort. Sci. 1976, 45, 245–252.

Intieri, C. ş.a. – XXIII Int. Hort. Congr. Florenţa, vol. I, 1990, 364.

Intieri, C. ş.a. – Adv. Hort. Sci. 1992, 6, 23–27.

Ionescu, P. – Symp. Fiziologie de la Vigne. Varna, 1971, 458–465.
Ionescu, P. şi *Condei, G.* – Analele ICVV, vol. III, 1971.
Ionescu, P. – Symp.: Physiologie de la Vigne. Bordeux, 1986, 256–264.
Ionescu, E. – Analele ICVV, vol. XII. 1989, 83–97.
Itieri, B. ş.a. – Agronomie. 1991, 11, 169–174.
Iwahori, S. ş.a. – Plant. Physiol. 1968, 43, 333–337.
Iacono, F. ş.a. – Atti del IV Simp. Int de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 283–287.
Jacqmard, A. ş.a. – Am. J. Bot. 1976, 63, 166–174.
Jaquinet, A. şi *Simon, J.L.* – Symp. Fiziologie de la Vigne. Varna, 1971, 299–305.
Jeandet, P. ş.a. – Vitis. 1995, 34, 91–94.
Jeandet, P. ş.a. – Phytol. 1995, 143, 1–5.
Jirovetz, L. ş.a. – Vitis. 1994, 33, 97–98.
Jones, H.G. – Plants and microclimate. Cambridge. 1983.
Jordan, D. ş.a. – Proc. Int. Symp. Nitrogen in Grapes and Wine. Seattle. 1991, 102–107.
Joshimura, F. – J. Jap. Soc. Hort. Sci. 1961, 30, 351–356.
Juhasz, O. – Acta Agron. Acad. Sci. Hung. 1985, 34, 243–248.
Kalliopi, A. ş.a. – Vitis. 1983, 22, 202–210.
Kaps, M.L. şi *Kahoon, G.A.* – Am. J. Enol. Vitic. 1992, 2, 191–198.
Karagiannidis, N. ş.a. – Vitis. 1995, 34, 85–89.
Kassemayer, H.H. şi *Standt, G.* – Vitis. 1983, 22, 109–119.
Kataoka, I. ş.a. – J. Jap. Soc. Hort. Sci. 1983, 52, 273–279.
Kataoka, I., Nakatoh, Y. – Kagawa Daigaku Nogakubu Gakujutsu Hokoku. 1996, 48, 25–32.
Katerji, N. ş.a. – Vitis. 1994, 33, 197–203.
Kim, W.S. şi *Ko, K.C.* – J. Korean Soc. Hort. Sci. 1986, 27, 22–33.
Kliewer, W.M. – Plant. Physiol. 1964, 39, 869–880.
Kliewer, W.M. şi *Lider, L.A.* – Am. J. Enol. Vitic. 1968, 19, 175–184.
Kliewer, W.M. – J. Food Sci. 1970, 35, 17–21.
Kliewer, W.M. – Am. J. Enol. Vitic. 1970, 21, 37–47.
Kliewer, W.M. şi *Lider, L.A.* – J. Am. Soc. Hort. Sci. 1970, 6, 766–769.
Kliewer, W.M. şi *Weaver, R.J.* – Am. J. Vitic. Enol. 1971, 22, 172–177.
Kliewer, W.M. şi *Soleimani, A.* – Am. J. Enol. Vitic. 1972, 23, 31–34.
Kliewer, W.M. şi *Weaver, R.S.* – Am. J. Enol. Vitic. 1972, 23, 172–177.
Kliewer, W.M. – Am. J. Enol. Vitic. 1975, 2, 82–89.

Kliewer, W.M. – Seminarios de Uva de Mesa de Exportacion. Pontificia, 1984, 1–75.
Koblet, W. – Wein-Wissenchaft. 1969, 891, 277–319.
Koblet, W. – Symp.: Phyziologie de la Vigne. Varna, 1971, 378–380.
Koblet, W. – Sin. Fed. Rech. Wadenswill, 1976, 12.
Koblet, W. ş.a. – Am. J. Enol. Vitic. 1994, 2, 181–187.
Koblet, W. ş.a. – Communications GESCO. 1995, 3–9.
Kondo, I.N. – Bulletin de l'OIV. 1963, 387.
Kondo, I.N. şi *Cernomoreţ, V.M.* – Vinod. Vinograd. SSSR. 1970, 1, 26–29.
Kondo, I.N. – Ustojcivost vinogradnogo rastenia k morozam, zasuhe i pocivenomu zasolenju. Chişinău, 1970.
Kondo, I.N. – Symp.: Phyziologie de la Vigne. Varna, 1971, 163–170.
Kousa, T. ş.a. – Vitis. 1994 a, 33, 63–67.
Koussa, T ş.a. – Bul de l'OIV. 1994, 67, 755–756.
Koussa, T. ş.a. – Vitis. 1998, 37, 5–10.
Kraeva, E. ş.a. – Vitis. 1998, 37, 143–144.
Kriedemann, P.E. – Planta. 1969, 85, 111–117.
Kriedemann, P.E. – Vitis. 1968, 7, 213–220.
Kriedemann, P.E. ş.a. – Vitis. 1970, 9, 97–104.
Kriedemann, P.E. şi *Smart, R.E.* – Photosynthetica. 1971, 5, 6–15.
Kriedemann, P.E. ş.a. – Photosynthetica. 1973, 1, 18–27.
Kriedemann, P.E. – Symp. Int. sur la qualite de la vendage. Stellenbosch, 1977.
Kvaratskhelya, F.K. ş.a. – Vinograd i Vino Rossii. 1993, 3, 22–24.
Koch, R. şi *Alleweldt, G.* – Vitis. 1978, 17, 30–44.
Lang, G.A. – Hort. Sci. 1987, 22, 817–820.
Lang, A. – Proc. Int. Conf. Vitic. Oenol. Auckland, 1988, 69–71.
Lang, A. şi *During, H.* – Vitis. 1990, 29, 61–70.
Larcher, W. – Ecofiziologia Vegetal. Sao Paolo. 1986.
Lattes, F. ş.a. – C.R. Acad. Sci. Paris. 1966, 262, 2044–2047.
Lavee, S. şi *Nir, G.* – în CRC Handbook of Fruit Set and Development. Monselise edit. Boca Raton. 1986.
Lavee, S. – Vitis. 1987, 26, 225–230.
Lavezzi, A. – Riv. di Vitic. Enol. Conegliano. 1968, 6.
Leddet, C. ş.a. – Agronomie. 1993, 13, 499–508.
Le Fur, Y. ş.a. – Vitis. 1994, 33, 127–131.
Lepădatu, M.V. – Formarea mugurilor de rod la viţa de vie. Teză de doctorat. IANB. Bucureşti, 1956.

Lepădatu, V. şi *Basmac, D.* – Lucrări ştiinţifice ICHV. 1957, 419–428.
Lilov, D. – Bull. M. Popoff Inst. Of Plant. Physiol, vol. XIV. 1964, 271–277.
Lilov, D. şi *Andonova, T.* – Vitis. 1976, 15, 160–170.
Lilov, D. ş.a. – Plant. Growth Regul. Sofia. 1987.
Litvinov, P.I. – Bioll. Nauki. Tehn. Inf. Vinogradarstvo i vinodelie. 1958, 5.
Litvinov, P.I. – Symp.: Physiologie de la Vigne. Varna. 1971, 37–45.
Liu, W.T. ş.a. – Am. J. Enol. Vitic. 1978, 4, 239–249.
Logotetis, B. – Symp. : Physiologie de la Vigne. Varna. 1972, 106–109.
Lohnertz, O. – Untersuchungen zum Zeitlichen Verlauf der Nahrstoff aufnahme bei Vitis vinifera. Thesis Univ. Giessen. 1988.
Lohnertz, O. – Mitteilungen Klosterneuburg. 1988, 4, 124–129.
Lohnertz, O. ş.a. – Die Wein-Eissenschaft. 1990, 1, 20–27.
Lohnertz, O. ş.a. – Vitic. Enol. Sci. 1989, 6, 192–204.
Lombardo, G. ş.a. – Vitis. 1976, 15, 73–81.
Lombardi, P. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino. 1992, 261–264.
Lopes, C. şi *Costro, R.* – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologie delle Vite. Torino. 1992, 319–322.
Loveys, B.R. şi *During, H.* – New Phytologist. 1984, 97, 37–47.
Loveys, B.R. – New Phytologist. 1984, 98, 563–573.
Lusting, I. şi *Bernstein, Z.* – Sci. Hort. 1985, 25, 279–285.
Magoon, C.A. şi *Dix, I.W.* – Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 1943, 42, 407–412.
Maierning, A.G. ş.a. – Am. J. Enol. Vitic. 1980,31, 81,89.
Marini, F. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino. 1992, 379–385.
Martin, T. – Viticultura. Editura Agrosilvică, 1960.
Martin, T. – Viticultura. Editura Agrosilvică. 1968.
Martinez de Toda – Etudes de effets du rognage sur le vigne par l'utilisation de radioisotopes. These. Univ. Madrid. 1994.
Mansfield, T.K. şi *Howel, G.S.* – Am. J. Enol. Vitic. 1981, 32, 200–205.
Marois, J. ş.a. – Phytopathology. 1984, 75, 1329.
Martin, T. – România viticolă. 1943, 3–4, 16.
Martin, T. ş.a. – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B, vol.II, 1960, 337–340.
Martin, T. şi *Tăloi, N.* – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B, vol. VIII, 1965, 217–222.
Martin, T. şi *Georgescu, M.* – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B, vol. XII, 1969, 543–550.

Matthews, M.A. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 279–282.

Mazliak, P. – Physiologie vegetale. Paris. 1982.

Merjanian, A.S. – Vinogradarstvo. Moscova. 1956.

Miller, D.P. ş.a. – Am. J. Enol. Vitic. 1993, 44, 435–440.

Miloslavjevic, M. şi *Pemovski, D.* – Symp. : Physiologie de la Vigne. Varna, 1971, 30–36.

Mochioka, R. ş.a. – J. Jap. Soc. Hort. Sci. 1996, 65, 49–54.

Mohr, H.D. – Wein-Wissenschaft, Wiesbaden. 1996, 51, 83–90.

Mohr, H.D. – Deutsches Weinbau-Jahrbuc. 1998, 49, 69–77.

Moncur, M.W. ş.a. – Am. J. Enol. Vitic. 1989, 40, 11–21.

Morano, L. şi *Kliewer, M.* – Am. J. Enol. vitic. 1994, 45, 345–348.

Morrell, A.M. ş.a. – Am. J. Enol. Vitic. 1997, 48, 459–464.

Morrell, A.M. ş.a. – Am. J. Enol. Vitic. 1997, 48, 465–470.

Morrison, J.C. şi *Noble, A.* – Am. J. Enol. Vitic. 1990, 3, 193–199.

Morrison, J.C. şi *Iodi, M.* – Vitis. 1990, 29, 133–144.

Motomura, Y. – Am. J. Enol. Vitic. 1990, 4, 306–312.

Mullins, M.G. – J. Exp. Bot. 1968, 60, 532–543.

Mullins, M.G. ş.a. – Biology of Grapevine. Cambridge. 1994.

Murisier, F. – Rev. Suisse de Vitic. Arboric. Hortic. 1988, 20, 257–261.

Murisier, F. şi *Ziegler, R.* – Rev. Suisse de Vitic. Arboric. Hortic. 1991, 23, 277–282.

Murisier, F. şi *Ziegler, R.* – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino. 1992, 63–68.

Murisier, F. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 411–416.

Murisier, F. şi *Zufferey, V.* – Communications GESCO. 1995,215–220.

Muromţev, I.A. şi *Lokonova, V.A.* – Trudî plodov in-ta im. I.V. Miciurina, vol. XI. 1960.

Nagy, E. ş.a. – Atti del IV Simp Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 343–345.

Naor, A. ş.a. – Am. J. Enol. Vitic. 1994, 4, 423–427.

Natali, S. ş.a. – Acta Hortic. 1985, 171, 331–340.

Negrul, A.M. – Vinogradarstvo. Moscova. 1959.

Nicov, M.M. – Trudove U.S.I Gh. Dimitrov. Sofia. 1962, 11, 45–64.

Nitsch, J. ş.a. – Amer. J. Bot. 1960, 47, 85–105.

Novello, V. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 191–194.

Novello, V. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 255–260.

Novello, V. ş.a. – Vitis. 1992, 31, 65–75.

Nunan, K.J. ş.a. – Planta. 1997, 203, 93–100.

Nuno, M. – Atti del IV Simp. Int de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 559–564.

Okamoto, G. ş.a. – Am. J. Enol. and Vitic. 1995, 1, 17–21.

Oland, K. – Physiol. Plant. 1963, 16, 682–694.

Ollat, N. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 113–116.

Olteanu, I. – Cercetări privind concreşterea la altoire a viţei de vie. Teză de doctorat. Universitatea Craiova, 1974.

Oprea, D.D. – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B, 1960, 373–385.

Oprea, D.D. ş.a. – Lucrări ştiinţifice IANB. Seria B, vol. X, 1967, 397–411.

Oprea, D.D., Oprea, C. – Horticultura. 1976, 11, 22–26.

Oprean, M. – Viticultură generală. Editura Didactică şi Pedagogică, 1975.

Oşlobeanu, M. şi *Mujdaba, F.* – Bul. Ştiinţific Tom IX. 1957, 4, 307–318.

Oşlobeanu, M. – Unele aspecte ale interacţiunii altoi–portaltoi şi rolul afinităţii la ridicarea producţiei de struguri. Teză de doctorat IANB. Bucureşti, 1966.

Palejwala, V.A. ş.a. – Physiol. Plant. 1985, 65, 498–502.

Palma, B.A. şi *Jackson, D.I.* – Bot. Gaz. 1981, 142, 490–493.

Palma, B.A. şi *Jackson, D.I.* – Vitis. 1989, 28, 1–12.

Pandeliev S., şi *Kovachev, V.* – Rastenievodni Nauki 1985, 22, 117–123.

Pandeliev, S., Roitchev, V. – J. Int. Sci. Vigne Vin. 1996, 30, 1–6.

Parejo, J. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 171–174.

Pate, J.S. şi *Layzell, D.B.* – în Nitrogen and Carbon Metabolism. Bewlwy edit. Haga, 1981, 94–134.

Pedreno, M.A. ş.a. – Plant. Physiol. 1991, 97, 1483–1486.

*Peterlunger, E.*ş.a. – Giornate scientifiche SOI. 1994, 361–362.

Petgen, M. ş.a. – Deutsches Weinbau-Jahrbuch. 1998, 49, 79–92.

Petria, E. – Cercetări cariologice, morfopalinologice şi embriologice la *Vitaceae*. Teză de doctorat. Bucureşti, 1968.

Pezet, R. şi *Pont, P.* – Plant. Physiol. Biochem. 1988, 26, 603–608.

Peynaud, E. şi *Ribereau-Gayon, G.P.* – The Grape în The Biochemistry of the Fruits and their Products. Hulme edit. Londra, New York, 1971.

Plakida, E.K. şi *Voznessenskij, A.M.* – Symp. : Fiziologie de la Vigne. Varna. 1971, 343–349.

Poenaru, I. ş.a. – Studii şi cercetări de biologie. Seria biologie vegetală. 1961, 13, 5.

Pogosyan, K.S. – Vitis. 1975, 13, 278–291.

Poni, S. ş.a. – Atti del IV Simp Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 585–590.

Poni, S. ş.a. – Ouad. Vitic. Enol. Univ. Torino. 1992, 16, 233–238.

Poni, S. ş.a. – Sci. Hort. 1992, 52, 223–236.

Poni, S. ş.a. – Am. J. Enol. Vitic. 1994, 45, 71–78.

Pool, R.M., Pratt, C. şi *Hubbard, H.D.* – Am. J. Enol. Vitic. 1978, 29, 1.

Popa, V. ş.a. – Lucrări ştiinţifice ICHV, vol. VII, 1964, 563–592.

Popa, E. – Păstrarea strugurilor de masă. Bucureşti, 1982.

Popov, T.A. – Trudove Nauk Izkled. Inst. Lazarstvo i Vinogradarstvo. Pleven. 1962, 1.

Popov, T.A. – Proucivane viha potreblenetoi biologiceskaia iznos na azota, fosfora i kalia at lozovata rastenie. Dizertaţia za nauci stepen kand. Selsktop. Nauki. Plovdiv. 1966.

Popov, T. şi *Krasteva, Z.* – Symp. : Phyziologie de la Vigne. Varna. 1971, 602–608.

Porro, D. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino. 1992, 235–238.

Possingham, J.V. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 13–18.

Pouget, R. – Ann. Physiol. Veg. 1965, 4, 273–282.

Pouget, R. – C.R. Acad. Sc. Paris. 1965, 261, 3868–3871.

Pouget, R. – Ann. De l'amelioration chez la vigne. 1966, 16, 1.

Pouget, R. – C.R. Acad. Sci. Paris. 1967, 264, 458–461.

Pouget, R. – Vitis. 1972, 11, 198–217.

Pouget, R. – Connaissance de la vigne et du vin. 1988, 2, 105–123.

Pratt, C. – Am. J. Enol. Vitic. 1971, 22, 92–106.

Pratt, C. – J. Amer. Hort. Sci. 1972, 98, 489–496.

Pratt, C. – Am. J. Enol. Vitic. 1974, 25, 131–150.

Pratt, C. şi *Coonche, B.G.* – Vitis. 1978, 17, 125–133.

Pratt, C. – Vitis. 1979, 18, 1–5.

Price, S.F. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 565–570.

Prior, L.D. ş.a. – Aust. J. Agric. Res. 1992, 43, 1085–1100.

Rajasekaran, K., Mullins, M.G. – Am. J. Enol. Vitic. 1983, 34, 108–113.

Ramina, A. şi *Tonuti, P.* – Rivista di FRUTTICOLTURA. 1989, 2, 7–12.

Rangelov, B. – Symp. : Phyziologie de la Vigne. Varna. 1971, 141–147.
Rapp, R. şi *Ringlage, S.* – Vitis. 1989, 28, 21–29.
Razungles, A. ş.a. – Vitis, 1987, 26, 183–191.
Regina, M., Carbonneau, A. – Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. 1995, 7, 159–164.
Reynolds, A.G. şi *Wardale, D.A.* – Am. J. Enol. Vitic. 1989, 40, 109–120.
Ribereau-Gayon, J. şi *Peynaud, E.* – Trate d'Oenologie. Paris, 1964.
Ribereau-Gayon, J. – Phytochemistry. 1968, 7, 1471.
Ribereau-Gayon, P. – The Anthocyanin of Grapes and Wines. În Anthocyanins as Food Colors. Markakis edit. Londra, 1982.
Rifot, M.E. ş.a. – Vitis. 1993, 32, 127–136.
Riou, C. ş.a. – Agronomie. 1991, 9, 15–22.
Rives, M. – Ann. Am. Plant. 1971, 2, 5–13.
Roper, T.R. şi *Williams, L.E.* – Plant. Physiol. 1989, 89, 1136–1140.
Rosenquist, J.K. şi *Morrison, J.C.* – Vitis. 1988, 27, 63–70.
Roytcher, Y. ş.a. – Vitis. 1994, 33, 105–108.
Roubelakis, K.A. şi *Kliewer, W.M.* – Am. J. Enol. Vitic. 1976, 27, 163–167.
Ruffner, H.P. ş.a. – Vitis. 1975, 13, 319–328.
Ruffner, H.P. – Vitis. 1982, 21, 247–259.
Ruffner, H.P. ş.a. – Planta. 1984, 160, 444–448.
Ruhl, E. H. ş.a. – Vitis. 1981, 20, 122–129.
Ruhl, E. H. şi *Alleweldt, G.* – Vitis. 1983, 22, 120–128.
Ruhl, E.H. – Vitis. 1992, 31, 23–33.
Russo, G. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 81–84.
Sabrana, C., Vitagliano, C. – Riv. Fruttic. Ortofloric. 1990, 3, 61–66.
Saito, K. şi *Kasai, Z.* – Phytochemistry. 1969, 8, 2177–2182.
Schaller, K. ş.a. – Die Wein-Wissenschaft. 1989, 44, 91–101.
Schaller, K. ş.a. – Die Wein-Wissenschaft. 1990, 6, 161–165.
Schneider, C. – Connaissance de la vigne et du vin. 1985, 19, 1.
Schultz, H.R. – XXIII Int. Hort. Congr. Florenţa, vol. 1. 1990, 362.
Schultz, H.R. – Vitis. 1993, 32, 197–205.
Schultz, H.R. – Sci. Horticulturae. 1996, 66, 93–102.
Scienza, A. ş.a. – Vitis. 1978, 17, 361–368.
Scienza, A. – Quaderni del corso di specializzazione in viticoltura ed enologia. Univ. Torino. 1980, 127–166.
Scienza, A. şi *Baselli, M.* – Vitis. 1981, 20, 281–292.
Scienza, A. ş.a. – Vignevini. 1983, 10, 39–42.

Scienza, A. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino. 1992, 23–28.

Sefton, M.A. ş.a. – J. Food Sci. 1994, 59, 142–147.

Seiculescu, M ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 109–112.

Sharkey, T.D. – Physiol. Plant. 1988, 73, 147–153.

Shaulis, N.J. şi *Pratt, C.* – Farm. Research Reprint. Cornell Univ. 1965, nr. 401.

Shiraishi, S.I., ş.a. – J. of the Faculty of Agriculture Kyushu Univ. 1996, 41, 11–15.

Silvestroni, Intrieri, C. şi *Poni, S.* – Rivista di Frutticoltura. 1994, 10, 25–36.

Singleton, V.L. şi *Esau, P.* – Phenolic Substances in Grapes and Wine, and their Significance. New York, Londra, 1969.

Skene, K.G.M. – J. Exp. Bot. 1970, 25, 107–117.

Skipina, K.P. – Nauch Trudî nr. 11.Gorn. Sadovod. Tsvetovod. 1976, 23, 89–93.

Slavcheva, T. – Gradinarska i Lozarska Nauka. 1983, 20, 73–81.

Slavcheva, T. – Wein-Wissenschaft, Wiesbaden. 1996, 51, 13–18.

Smart, R.E. – J. App. Ecol. 1974, 11, 997–1006.

Somers, T.C. – Vitis. 1976, 14, 269–277.

Southey, J.M. şi *Archer, E.* – Tech. Comm. 215. Dep. Agric. Develop. Pretoria. 1988.

Southey, J.M. şi *Jooste, J.H.* – S. Afr. J. Enol. Vitic. 1991, 1, 32–41.

Southey, J.M. – S. Afr. J. Enol. Vitic. 1992, 1, 1–9.

Southey, J.M. şi *Jooste, J.H.* – S. Afr. J. Enol. Vitic. 1992, 1, 10–22.

Srinivassan, C. şi *Mullins, M.G.* – Ann. Bot. Londra. 1976, 38, 89–93.

Srinivassan, C. şi *Mullins, M.* – Hilgardia. 1980, 37, 181–201.

Srinivassan, C. şi *Mullins, M.* – Plant. 1979. 145, 187–192.

Stein, U. şi *Bachmann, O.* – Die Wein-Wissenchaft. 1982, 5, 326–332.

*Stevens, R. M.*ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 447–452.

Stevens, R.M. şi *Prior, L.D.* – Am. J. Enol. Vitic. 1994, 45, 285–290.

Stoev, K.D. şi *Zankov, Z.D.* – Docladî A.N. SSSR, vol. 96, 1954, 2.

Stoev, K.D. ş.a. – Lozarstvo i vinarstvo. 1954, 1, 15.

Stoev, K.D. ş.a. – Fiziol. Rastenii. 1960, 7, 2.

Stoev, K.D. ş.a. – Hortic. Vitic. Sci. 1966, 3, 501–513.

Stoev, K.D. şi *Rangelov, B.* – Gradinarcka i lozarska. 1969, 3, 24.

Stoev, K.D. – Symp. : Phyziologie de la Vigne. Varna. 1971, 329–342.

Stoev, K.D. şi *Ivantchev, V.* – Vitis. 1977, 16, 253–262.
Stoev, K.D. – Fiziologia viţei de vie. Bucureşti. 1979.
Striegler, R.K. şi *Howell, G.S.* – Vitis. 1991, 30, 1–10.
Swanepoel, J.J. şi *Archer, E.* – Vitis. 1988, 27, 133–141.
Szoke, L. ş.a. – Atti del IV Simp. Int de Fisiologia delle Vite. Torino. 1992, 165–170.
Tavadze, P.G. – Dokladî A. N. SSSR. 1946, 64, 5.
Tavadze, P.G. ş.a. – Symp. Phyziologie de la Vigne. Varna. 1971, 403–406.
Tchkuasseli, T.Y. – Symp. : Phyziologie de la Vigne. Varna. 1971, 567–571.
Tesniere, C. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 353–357.
Teissedre, P.L. ş.a. – A., J. Enol. Vitic. 1994, 2, 220–228.
Tezuka, T. ş.a. – Plant. Cell Physiol. 1980, 21, 969–977.
Thompson, M.M. ş.a. – Theor. Applied. Genet. 1985, 70, 687–692.
Todorov, H. – God. V.S.I. Gh. Dimitrov. Sofia. Agron. Fak, vol. 21, 1970.
Todorov, H. – God. V.S.I. Gh. Dimitrov. Sofia. Agron. Fak, vol. 22. 1971.
Todorov, H. ş.a. – Gradinarska i Lozarska Nauka, vol. XIII. 1976, 5, 81–90.
Turetkaia, R.H. – Metode de înmulţire a plantelor prin butăşire. Bucureşti. 1951.
Ummarino, I., Di Ştefano, R. – Riv. Vitic. Enol. Conegliano. 1996, 49, 29–37.
Valenti, L. ş.a. – Acta Hortic. 1996, 427, 201–208.
Varadi, G. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 521–526.
Vlăduţ, M.N. – Procesul de morfogeneză sub raport fiziologic şi biochimic al mugurilor la viţa de vie, în funcţie de sistemul de tăieri şi de sarcinile pe butuc. Teză de doctorat. IANB. 1976.
Vereş, A. ş.a. – Symp.: Phyziologie de la Vigne. Varna, 1971, 503–523.
Versini, G. ş.a. – Vitis. 1994, 33, 139–142.
Walker, R.R. – Bull. De l'OIV. 1994, 67, 761–762.
Weaver, R.J. – Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 1953, 61, 135–143.
Weaver, R.J. – Nature. 1959, 183, 1189–1199.
Weaver, R.J. şi *Montgomery, R.* – Am. J. Enol. Vitic. 1974, 25, 39–43.
Weaver, R.J. – Am. J. Enol. Vitic. 1975, 26, 164–167.
Weaver, R.J. şi *Kazuo, I.* – Am. J. Enol. Vitic. 1977, 28, 149–151.
Weawer, R.J. şi *Singh, I.S.* – Am. J. Enol. Vitic. 1978, 29, 4.
Wermelinger, B. şi *Koblet, N.* – Vitis. 1990, 29, 15–26.
Williams, L.E. şi *Smith, R.J.* – J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1985, 110, 846–850.

Williams, L.E. şi *Matthews, M.A.* – în Irrigation of Agricultural Crops. Stewart şi Nielsen edit. Wisconsin, 1990.
Williams, L.E. şi *Biscay, P.J.* – Am. J. Enol. Vitic. 1991, 42, 113–117.
Wimkler, A.J. şi *Williams, W.O.* – Plant. Physiol. 1945, 20, 412–432.
Winkler, A.J. – General Viticulture. Berkeley, 1962.
Winkler, A.J. ş.a. – General Viticulture. Berkeley, 1974.
Wolf, T.K. şi *Cook, M.K.* – Am. J. Enol. Vitic. 1992, 43, 171–179.
Wolf, E.E.H. şi *Bellstedt, D.U.* – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 347–350.
Wollfort, R. – Gesundheit durch Heilkrauter. 507. R. Trauner Verlag, Linz.
Wolpert, J.A. şi *Howell, G.S.* – A., J. Enol. Vitic. 1985, 36, 185–188.
Woodham, R.C. şi *Alexander, M.C.E.* – Vitis. 1966, 5, 345–350.
Zail, G. – A fajtaertek kutataş modszerei, eredmenyei a szolotermesztesben. Teză de doctorat, Budapesta. 1987.
Zamboni, M. şi *Iacono, F.* – Conn. Vigne Vini. 1988, 22, 241–249.
Zankov, Z. şi *Koliev, V.* – Symp.: Phyziologie de la Vigne. Varna. 1971, 124–134.
Zanoschi, V. şi *Toma, C.* – Morfologia şi anatomia plantelor cultivate. Bucureşti. 1985.
Zelleke, A. şi *Kliewer, W.M.* – Vitis. 1981, 20, 93–104.
Zocchi, G. ş.a. – Atti del IV Simp. Int. de Fisiologia delle Vite. Torino, 1992, 329–333.

Biblioteca Centrală Universitară
BIBLIOTECA DE ŞTIINŢĂ
Cota veche | Preţul
ado | 10.000 lei

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Redactor: *Eugenia Boicu*
Corectori: *Mariana Belenciuc, Elena Pistrui, Ala Rusnac*
Tehnoredactor: *Nina Duduciuc*
Machetare computerizată: *Vitalie Eşanu*

Coli edit. 27,7 Coli de tipar conv. 27,5
Comanda nr. 1395

Întreprinderea Editorial-Poligrafică ***Ştiinţa***
str. Academiei, 3; MD 2028, Chişinău, Republica Moldova
Tel. (3732) 73-96-16; 73-97-50. Fax (3732) 73-96-27

Firma Editorial-Poligrafică ***Tipografia Centrală,***
str. Florilor 1, MD 2068, or. Chişinău, Republica Moldova
Departamentul Activităţi Editoriale,
Poligrafie şi Aprovizionare cu Cărţi

BCU INVENTAR UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY